برخلاف ظاہر معلوم ہوتا ہے اس بے قاعدہ انعکاس کو انتشار ضیا یا پراگندگی روشنی کہتے ہیں اس کے سبب سے اجسام دکھائی دیتے ہیں خود اجسام کی بناوٹ میں اسکی اصل داخل ہے جو اجسام کامل ہموار نہیں ہوتے اور انمیں تھوڑی ناہمواری ہوتی ہے جسکے سبب سے بیشمار چھوٹے چھوٹے رخ اور پہلو ایسمیں مختلف میلان رکھنے والے پیدا ہوتے ہیں جنسے روشنی کا انعکاس چاروں طرف ہوتا ہے سطحات دید میں یہ انتشار ضیا اپنے بڑے جلوے دکھاتی ہے اجسام منور بالذات تو خود اپنے نور کے سبب سے نظر آتے ہیں مگر اجسام غیر شفاف انتشار ضیا سب جہات میں کرتے ہیں اسلئے دکھائی دیتے ہیں اسباب خانہ میں ہر ایک چیز مثلاً پلنگ صندوق جب دکھائی دیتا ہے کہ انکے ہر پہلو اور ہر جہت میں انتشار ضیا ہوتا ہے خواہ ہم روشن کرنے والی روشنی کی کسی جہت میں ہوں جب اجسام منور بالذات سے صرف انعکاس ضیا با قاعدہ ہوتا ہے تو ہم انکو نہیں دیکھتے ہیں بلکہ وہ مرر کا کام دیتے ہیں اس جسم روشن کی شبیہ کو دکھاتے ہیں جسکی روشنی وہ ہماری طرف بھیجتے ہیں مثلاً تاریک کمرہ میں ایک نہایت مجلّا مرر پر آفتاب کا مجموعہ اشعہ پڑے تو جتنی کامل طور پر روشنی منعکس ہوگی اتنا ہی کمرہ کے مختلف حصوں میں یہ مرر کم نظر آئیگا آنکھہ میں نور کی شبیہ نہیں آئیگی بلکہ آفتاب کی شبیہ لیکن اگر مرر کی قوت انعکاس کو اسطرح کم کردیں کہ اسپر تھوڑی سی خاکستر ڈالدیں تو آفتاب کی شبیہہ ضعیف ہوجائیگی اور کمرہ کے تمام حصوں میں مرر نظر آنے لگے گا جب مجلا سطوح ہموار ایسی ہوں کہ انسے کامل انعکاس ہو تو وہ نظر نہیں آئیگی اور ایسی سطوح کہ جنسے انعکاس بالکل نہیں ہوتا وہ نسبتاً برابر سیاہ اور باہم خلط ملط معلوم ہونگی +

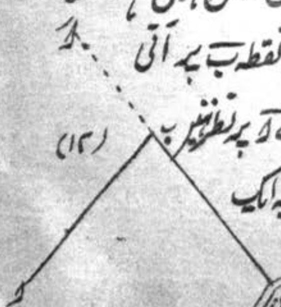
(۱۷) روشنی خود نہیں دکھائی دیتی +

کمرہ تاریک میں جو کسی روزن سے روشنی کی منزل آتی ہے اور وہ دکھائی دیتی ہے تو اس کا سبب ذرات خاکی ہوتے ہیں جو ہوا میں اڑتے رہتے ہیں اگر حرارت سے وہ نابود کردئے جائیں اور یہ احتیاط کیجائے کہ اور ذرات نہ داخل ہوں تو پروفیسر ٹنڈل نے ثابت کردیا ہے کہ

اگر برقی روشنی بھی ہو تو وہ بالکل نہیں دکھائی دے گی۔ اگر کمرہ تاریک میں کسی روزن سے روشنی داخل ہو اور کسی مرآۃ پر پڑ کر کسی بڑے منہ کے گلاس کے مرتبان میں منعکس ہو جسمیں ذرات خاکی معدوم کر دیے گئے ہیں تو اُس میں یہ روشنی نہیں دکھائی دے گی لیکن اگر کاغذ کے ٹکڑے کو اسمیں روشن کر کے اُسکے دھنوئے کو اس مرتبان میں داخل کریں تو سارا مرتبان روشن معلوم ہوگا۔ ذرات خاکی اگر نہ ہوں تو پھر یہ مجموعہ اشعہ دکھائی دے گا۔ اِسکا ایک عجیب ثبوت یہ ہے کہ لوہے کی سلاخ کے سرے کو جو گرمی سے سفید ہو رہا ہو مجموعہ اشعہ کے کسی مقام پر رکھو تو وہاں ذرات خاکی جل جائینگے اور سلاخ کے سرے پر تاریکی چھا جائیگی۔ اگر ایسے اجسام جو گرمی سے سفید ہو رہے ہوں کسی مجموعہ اشعہ میں رکھے جائیں تو بہت جگہ روشنی نادارد ہو جائیگی۔ غرض روشنی کے منعکس کرنے کو جب مادی شی نہیں ہوتی تو روشنی خود نہیں دکھائی دیتی۔ پروفیسر ٹنڈل نے روشنی کی اس خاصیت کو کرہ ہوائیہ کی صفائی کا معیار ٹھہرایا ہے۔ دھواں اور ذرات خاکی جو حیز میں پھیلے ہوئے ہیں وہ اس روشنی کو منعکس کرتے ہیں جو اس حیز میں گذرتی ہے۔ اگر وہ نہ ہوں تو پھر روشنی نہ دکھائی دے۔

(۱۸) سمت جسمیں اجسام دکھائی دیتے ہیں۔

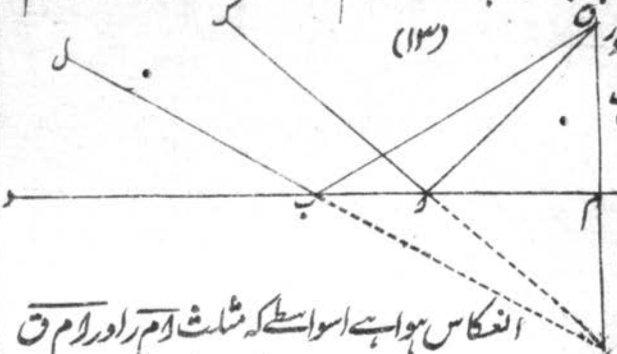
جب کسی جسم سے ایک روشنی کی پنسل بخط مستقیم ہماری آنکھ میں آتی ہے تو ہم اس شے کو بنفسہ دیکھتے ہیں لیکن اگر انعکاس کے سبب سے یا کسی اور وجہ سے روشنی کی پنسل اپنی راہ سے منحرف ہو جاتی ہے اور وہ سیدھی بخط مستقیم نہیں آتی تو ہم اسی شی کو اپنی جگہ پر نہیں دیکھتے بلکہ جس لحہ میں کہ اسکی روشنی ہماری آنکھ میں داخل ہوتی ہے اُسکی سمت جو ہوتی ہے اُسیمیں اس چیز کو دیکھتے ہیں مثلاً اگر پنسل ا ب نقطہ ب پر آتی اور ب س کی سمت میں جاتی ہے تو نقطہ ا اپنی جائے ا پر نظر نہ آئیگا بلکہ د پر دکھائی دیگا جو س ب کی امتداد کی سمت ہے یہ ایک اصول عام ہے جو طلبہ کو یاد رکھنا چاہیے اسکا کام بہت آتا ہے



(۱۲)

(۱۹) ایک شعاع کے انعکاس کو تم سمجھ گئے ہو اب شعاعوں کی پنسل کے انعکاس کو سمجھو اگر کسی منعکس کرنے والی سطح مستوی پر انفراجی شعاعوں کی پنسل پڑے تو وہ بعد منعکس ہونے کے یہ معلوم ہونگیں کہ وہ اس نقطہ سے منفرج ہوتی ہیں جو عکس انداز سطح کے پیچھے اتنی دور ہے جتنا کہ اصل مخزن روشنی اسکے آگے سے دور تھا فرض کرو کہ سطح عکس پرداز س د پر ق ا ایک شعاع متصل ا پر ہے س د پر ایک عمود ق م نکالو اور ر تک اسکو ایسا بڑھاؤ کہ م ر

(۱۴۳)



برابر ہو ق م کے اور ر ا ملاؤ اور اسکو ک تک بڑھاؤ تو ا ک وہ سمت ہوگی جسمیں شعاع منعکس کا انعکاس ہوا ہے اسواسطے کہ مثلث ا م ر اور ا م ق سب طرح سے آپس میں برابر ہیں زاویہ ر ا م برابر ہے زاویہ ک ا د کے اسواسطے کہ زاویہ ک ا د برابر ہے زاویہ ق ا م کے پس ا ک وہ سمت ہے جسمیں شعاع ق ا کا انعکاس ہوا ہے۔ پس انعکاس کے بعد شعاع کی سمت ایسی ہے کہ گویا وہ ر سے نکلی ہے اسی طرح ق سے اگر ق ب دوسری شعاع نکلی ہو تو وہ بھی انعکاس کے بعد یہ معلوم ہوگی کہ گویا ر سے وہ نکلی ہے اور یہ صورت ہر حال میں ہوگی خواہ وہ سطح جسمیں ق ا اور ق م ہیں ٹھہی ہو یا نہ ہو۔ پس اگر کوئی مخروطی پنسل شعاعوں کی ایسی ہو جیسی کہ ہم نے ق ا اور ق ب اور انکے درمیانی شعاعوں سے بنائی ہے تو وہ انعکاس کے بعد مثل اس پنسل مخروطی کے نکلتی ہوئی معلوم ہوگی جسکا راس بجای ق کے ر پر ہے شکل میں ر ک کا حصہ ر ا اور ر ل کا حصہ ر ب نقطہ دار اسلیے کھینچے ہیں کہ اصلی شعاعوں اور انکی سمتوں میں تمیز ہو کہ ایک انمیں سے اصلی شعاعیں ہیں اور دوسری انکی سمتیں ہیں

(۲۰) اوپر کی دفعہ میں فرض کرو کہ دور دراز فاصلہ پر ق واقع ہے اور جو سطح روشنی کرتی ہے وہ بھی بہت تنگ وسعت رکھتی ہے مثلاً نقطہ ق تو آفتاب ہو اور سطح عکس پرداز ایک معمولی آئینہ

تو ہم ق آ ا اور ق ب شعاعوں کو عملاً متوازی خیال کر سکتے ہیں جب ق خطوط مستقیم نہایت بعید فاصلہ پر ملیں تو انکو متوازی سمجھہ لینا عملاً درست ہی اسلئے شعاعیں ا ک اور ب ل بھی عملاً متوازی ہونگی پس اس سے یہ نتیجہ نکلے گا کہ اگر پنسل بشکل اسطوانہ ہو یعنی متوازی شعاعوں کی پنسل ہو تو وہ انعکاس کے بعد بھی متوازی شعاعوں کی پنسل ہوگی -

(۳۱) دفعہ ۱۹ کی شکل میں ک آ ا اور ل ب ایسی شعاعیں ہیں کہ نقطہ ر سے نکلتی ہوئی معلوم ہوتی ہیں اور سطح عکس م داز س ن میں واقع ہوتی ہیں تو اس سے یہ نتیجہ پیدا ہوتا ہی کہ اگر ایک سطح عکس پر داز پر شعاعیں جو ایک نقطہ کی جانب انضمام رکھتی ہوئی واقع ہوں تو انعکاس کے بعد بھی وہ ایک دوسرے نقطہ کی جانب انضمامی ہونگیں جو سطح عکس م داز کے سامنے اتنی دور ہوگا جتنا پہلا نقطہ اُس سے پیچھے تھا +

(۳۲) مرر یا مراۃ یا شبیہ مرر ایک انگریزی لفظ ہی جسکا ٹھیک ترجمہ عربی میں لفظ مراۃ ہو سکتا مگر ہماری زبان ایسا رنگ بدل رہی ہی کہ بجائے اس عربی لفظ مراۃ کے انگریزی لفظ مرر زیادہ بولا جائیگا اسلئے لفظ مرر کو جسکا تلفظ بہ نسبت مراۃ کے آسان ہی استعمال کرونگا مرر وہ جسم کہلاتا ہی جسکی سطح مجلا ہو اور اُسکے سامنے جو اجسام آئیں اُنکو اپنے انعکاس سے کسی جگہ نمایاں کر دے - اس نمائش اجسام کو شبیہ کہتے ہیں مرر باعتبار ہیئت دو قسموں میں منقسم ہی ایک مسطح دوسری منحنی - ان مرروں میں سے ایک ہمارا آئینہ ہی جسکو ہم اپنے گھروں میں دیکھتے ہیں اور اسمیں اپنے تئیں دیکھتے ہیں - بارہویں صدی میں وہ ایجاد ہوا ہی - وہ اپنے انعکاس سے اکثر شبیہ نمائی خوب کرتا ہے - وہ بنتا اسطرح ہی کہ پارہ اور قلعی کو ملا کر ایک تہ اُسکی شیشہ کے پیچھے جماتے ہیں اور اس تہ کو فقط قلعی کہتے ہیں جس سے شعاعوں کا انعکاس ہوتا ہی - یہ شیشہ صرف قلعی کو جلا دیدیتا ہی اور بیرونی الودگیوں سے محفوظ رکھتا ہی - انعکاس روشنی قلعی کرتی ہے - اسمیں بڑا عیب یہ ہی کہ دونو شیشہ کی سطح اور قلعی کی سطح دو مرر ہوتے ہیں اور انکے اوپر تلے ہونے سے دو طرح کی شبیہیں پیدا ہوتی ہیں جسکے سبب سے انمیں خلط ملط ایسا ہوتا ہے کہ

علم مناظر میں جہاں صحت زیادہ درکار ہوتی ہے وہاں یہ آئینے کام میں نہیں آ سکتے۔ انکی جگہ اور قسم کے دہاتی آئینے کام میں لاتے ہیں سب سے اول آدمی کی صورت دیکھنے کا آئینہ پانی تہا۔ پھر قدیمی زمانہ میں دہاتوں کے آئینے بننے لگے چاندی۔ سونے۔ فولاد۔ ٹن کے۔ رومیوں کے ہاں انکا رواج زیادہ تر ہوا۔ اِن دہاتی آئینوں میں بڑا عیب یہ تہا کہ وہ ہوا کے لگنے سے زنگ آلودہ اور میلے ہوجاتے تھے۔ یہ آئینے ایسے قدیمی زمانہ میں مروج تھے کہ توریت میں ایک جگہ یہ ذکر ہے کہ اس قسم کا آئینہ حضرت موسیٰ علیہ السلام کو نذر دیا گیا تہا۔ ایشیا میں یہ داستان مشہور ہے کہ سکندر اعظم کے حکمانے لوہے کا آئینہ بنایا تہا۔ اسی وجہ سے یہ نام آہینہ یا آئینہ رکھا گیا آہن و آہین لوہے کو کہتے ہیں سکندر نامہ میں اس ایجاد کا بیان حضرت نظامی نے خوب لکھا ہے جسکو میں نقل کرتا ہوں +

کہ چوں شد سکندر جہاں را کلید
ز شمشیرش آئینہ آمد پدید

نمود آئینہ پیش ازو ساختہ
بہ تدبیر او گشت پرداختہ

نخستین عمل کائنہ ساختند
ز رو نقرہ در قامت انداختند

چو افروختندش غرض برنخاست
درو پیکر خود ندیدند راست

رسید آزمائش بہر گوہرے
نمود بہ ہر یک دگر پیکرے

سرانجام کاہن در آمد بکار
بہ پرندہ شد گوہرش رانگار

چو پرداخت برسام آہنگرش
بصیقل فروزندہ شد گوہرش

ہمہ پیکرے شد بد انساں کہ ہست
درو دیدہ رسام پیکر پرست

بہر شکل میساختندش نخست
نمے آید از وے خیالے درست

بہ پہنا شدے چہرہ راہن ساز
درازش کردے جبیں را دراز

مربع مخالف نمودے خیال
مسدس نشاں دادے از حال

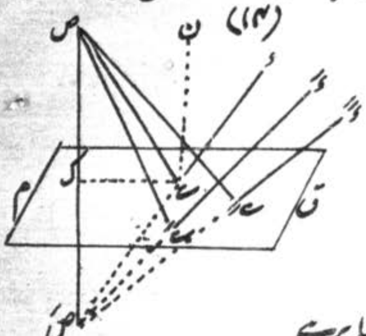
مبو شکل مدور شد آمیختہ
تفاوت بادے نشد ریختہ

بعینہ ز ہر سو کہ بد داشتند
نمایش یکے بود بگذاشتند

(۲۲) مسطح یا مستوی مرر۔

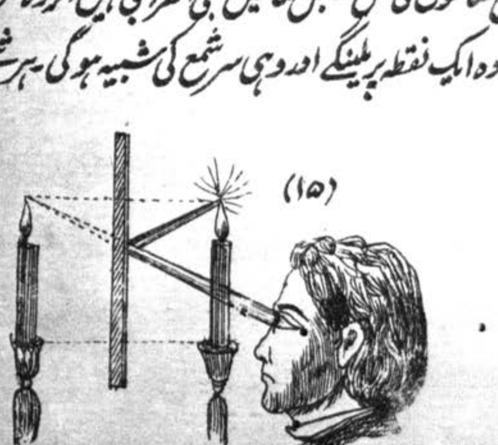
اِس مستوی یا مسطحہ مرر سے ہماری مراد ایسے سطح مستوی سے ہے جو شعاعوں کو منعکس کرتی ہے اسکا اثر یہ ہوتا ہی کہ جو اشیا اسکے روبرو آتی ہیں اُنکی صورت و ہیئت کی بعینہٖ شبیہ مرر کے پس پشت بنا دیتی ہے۔ اِن مظہرات کو قوانین انعکاس بہت خوبی سے بیان کرتے ہیں۔ فرض کرو کہ ایک مسطحہ مرر م ق ہے اور ایک نقطہ منور ص ہے جس سے شعاعیں ص ے وص ےَ وص ےَ

(۱۴)



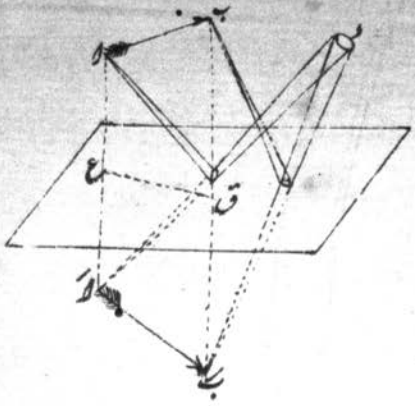
نکلتی ہیں اور ے گ، ےَ گَ، ےَ گَ وے گ گ پر منعکس ہوتی ہیں تو بموجب دفعہ ۱۲ انمیں سے ہر ایک بڑہائی جائے تو عماد ص ک کے نقطہ صَ پر ملیگی جو مرر کے پیچھے اتنی ہی فاصلہ پر ہے جتنے فاصلہ پر اسکے آگے ص ہی منعکس شعاعوں کی سمتیں ایسی معلوم ہوتی ہیں کہ گویا وہ صَ سے نکلتی ہیں اور آنکھہ میں یوں عکس افگن ہوتی ہیں کہ صَ نقطہ منور نظر آتا ہے شکل ۱۵ میں یہ تصویر بنائی گئی ہے کہ مستوی مرر سے شمع روشن کے سر کی شعاعوں کی ایک پنسل منعکس ہوکر ایک آدمی کی آنکھہ میں داخل ہوتی ہے متصل شعاعوں کی مثل منعکس شعاعیں بھی انفراجی ہیں اگر وہ مرر کے پیچھے کھینچے جائیں تو بموجب دفعہ ۱۸ وہ ایک نقطہ پر ملینگے اور وہی سر شمع کی شبیہ ہوگی۔ ہر شے نقطوں سے بنی ہے تو موافق

(۱۵)



ان اصول کے یہ ثابت ہوتا ہی کہ مرر جو کسی شے کی شبیہ بناتا ہے وہ متساوی اُس شے کی سطح مرر کے لحاظ سے بالتقرینہ بنتی ہے۔ (شکل ۱۶) مثلاً ا ب کوئی چیز ہے جو مرآۃ کے سامنے رکھی ہے اور آنکھہ

(۱۶)



تہ پر لگائی گئی ہے
تو اَ کی شبیہ اَ پر
اور بَ کی شبیہ بَ پر
اور ایسے ہی چیز کی
اور تمام نقطوں کی
شبیہیں تم دیکھوگے پس
چیز کے اور مرر کے مقامات پر
شبیہ اَبَ کا مقام موقوف ہوگا اور یہ
شبیہ اپنے مقام پر قائم رہے گی گو آنکھ حرکت کیا کرے۔ یہ ممکن ہی کہ آنکھ ایسے مقام پر ہو کہ جہاں سے یہ شبیہ نہیں دکھائی دے۔ اِس شبیہ کے نظر آنے کے لئے وہی شرائط ہیں جو اِس حال میں ہوتیں کہ شبیہ اصل شے ہوتی اور مرر ایک روزن اسکے دیکھنے کا ہوتا۔

(۲۳) اشیا کے مقامات معلوم ہیں اُنکی شبیہوں کے مقامات اس طرح تحقیق ہوتے ہیں کہ جس شے کی شبیہ کا مقام معلوم ہو اُسکے ہر نقطہ سے عمود مرر پر نکالو اور اُسکو مرر کے پیچھے اتنا بڑھاؤ جتنا کہ وہ مرر کے آگے لگے ہے یعنی مرر کے آگے پیچھے اُسکے حصے برابر ہوجائیں پس اس سے ہمکو معلوم ہوگا کہ شبیہ کی ہیأت اور اُسکا قد و قامت مثل شے کی ہیأت و قد و قامت کے ہوتی ہے۔ مگر اسمیں یہ فرق ہوتا ہی کہ شبیہ میں شے کی راست و چپ جانبیں معکوس ہوجاتی ہیں معکوس ہونے کے سبب سے ہم مرر کے ذریعہ سے چھاپہ کے پتھر پر جو کاپی اُلٹی جمی ہوئی ہوتی ہے اُسکو کتاب کے ورق کی طرح معمولی طور پر پڑھ سکتے ہیں۔ کمپوزیٹر جو ٹائپ کو اُلٹا کمپوز کرتے ہیں اور پھر وہ چھپنے سے سیدھے ہوجاتے ہیں اُنکو آئینہ میں اِس طرح پڑھ سکتے ہیں جیسی چھپی ہوئی کتاب۔ جب آئینے میں ہم اپنی صورت دیکھتے ہیں تو اِس میں بھی یہ معکوس ہونا واقع ہوتا ہے۔ مثلاً ہمارا داہنا رخسارہ ہماری شبیہ کا بایاں رخسارہ ہوتا ہی۔ ہمارا داہنا ہاتھ

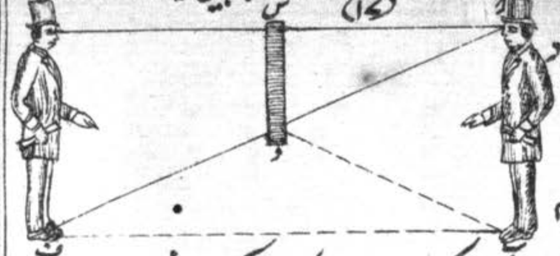
شبیہ کا بایاں ہاتھ ہوتا ہے۔ اگر ہمارے دائیں طرف کے بال پریشان ہوں وہ شبیہ میں بائیں طرف پریشان نظر آئینگے +

(۲۴) آئینوں سے انعکاس +

ہم آئینوں سے بہت دلچسپ تجربے کر سکتے ہیں اول اگر آنکھ اور آئینہ کے درمیان ایک شمع یوں رکھی جائے کہ ان کے درمیان خط کھینچا جائے وہ آئینے پر عمود ہو تو شمع کی صرف ایک شبیہ بعینہٖ دکھائی دیگی لیکن اگر آنکھ کو ایسا سرکا دیں کہ اسمیں ترچھا انعکاس پہنچے تو شبیہ اکیلی نہیں ہوگی بلکہ شبیہوں کا ایک سلسلہ ہوگا جسمیں ابتدائی چند شبیہیں اوپر تلے دکھائی دینگی لیکن اگر شبیہ متصلہ کو کافی ترچھا کر دینگے تو شبیہیں پوری جدا جدا نظر آئینگی بشرطیکہ شیشہ کافی دبیز ہوگا۔ اس سلسلہ اشباہ میں اول شبیہ تو شیشہ کی اندرونی سطح کے انعکاس سے پیدا ہوتی ہے اور اسی میں دوسری شبیہ جو ہمیشہ روشن ہوتی ہے آئینے کے انعکاس سے پیدا ہوتی ہے اور اس سلسلہ کی اور شبیہیں یوں پیدا ہوتی ہیں کہ ایک سطح سے دوسری سطح میں روشنی مراجعت کرتی ہے قلعی کی سطح سے بہ مراجعت میں روشنی کا ایک حصہ شیشہ کو چھوڑتا ہے اور آنکھ میں داخل ہو کر شبیہ بناتا ہے اور ایک حصہ اسکا پھر مراجعت قلعی پر کرتا ہے جہاں پھر منعکس ہوتا ہے اور اس روشنی منعکس کا ایک حصہ آنکھ میں جاتا ہے اور ایک شبیہ بناتا ہے اور یہی عمل متواتر جاری رہتا ہے آنکھ میں جو روشنی کا حصہ پہنچتا ہے وہ بہ تدریج ضعیف ہوتا جاتا ہے جسکا ضروری نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ متواتر شبیہیں دھندلی ہوتی جاتی ہیں اور آخر کو ایسی دھندلی ہو جاتی ہیں کہ دکھائی نہیں دیتیں۔ ایک تجربہ جسمیں آئینہ سے افزائش انعکاس ترچھے پن کی افزائش سے پیدا ہو یوں ہو سکتا ہے کہ آئینہ کے قریب شمع اور آنکھ کو لائیں تو اول شبیہ بتدریج زیادہ روشن ہوتی جائیگی اور اس شبیہ کو آئینہ کی انعکاس سے بہ نسبت دھات کے انعکاس کے بہت زیادہ روشن کر سکتے ہیں۔ اکثر آئینوں میں انعکاس بے قاعدہ ہوتا ہے اچھا آئینہ جو اس عیب سے خالی ہو مستثنیٰ صورت ہے۔ مگر اسکے ساتھ یہ بھی ہے کہ چند ہی آئینے ایسے ناقص ہوتے ہیں کہ اس میں کوئی نہ کوئی حصہ اچھا نہ ہو +

(۲۵) اگر بڑے آئینے کے سامنے کوئی شخص کھڑا ہوا اور جسم کی پوری شبیہ دیکھتا ہو تو آئینہ کا نصف طول سارے جسم کی شبیہ دکھانے کے لئے کافی ہوگا۔ دلیل اسکی ظاہر ہے کہ شکل ۱۷ میں علم ہندسہ کے موافق مثلثات ا س د اور ا ی ف آپسمیں متشابہ ہیں اسیواسطے ا س کو ا ی سے وہی نسبت ہے جو س د کو نسبت ہے ی ف سے

(۱۷)



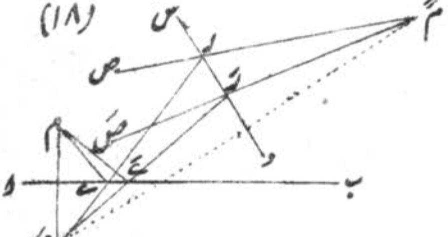
لیکن ا س = ½ ا ی موافق دفعہ ۲۴

اسواسطے س د = ½ ی ف معلوم ہوا کہ مرر ستوی جسکا طول کسی شے سے نصف ہو تو وہ اس شی کی شبیہ کو ایسا دکھادیگا کہ اس میں کل طول اس شی کا داخل ہوگا۔ اگر ایک مرر کو اپنے متوازی متحرک کریں تو اس حرکت سے مرر میں شبیہ کی حرکت دوچند معلوم ہوگی

(۲۶) شبیہوں کی شبیہیں۔

شکل ۱۸ میں جب نقطہ م سے شعاعیں نکل کر مرر ا ب سے منعکس ہوئی ہیں تو اسکے بعد انکی راہیں ایسی ہونگی

(۱۸)

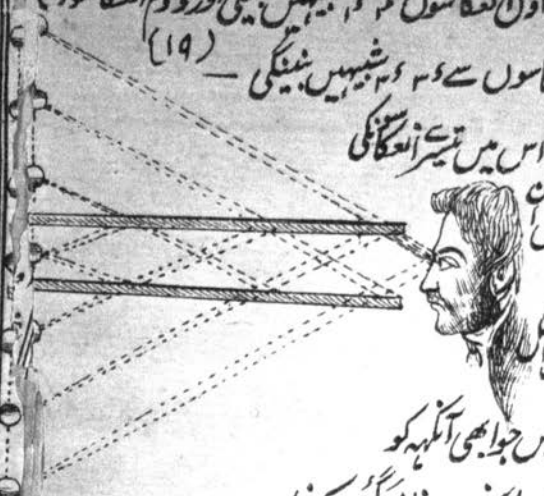


گویا کہ وہ مرر کے پیچھے نقطہ م سے نکلی ہیں اب اگر یہ شعاعیں ایک اور مرر س د پر واقع ہوں تو وہ م کی شبیہ دوسرے مرر کے پیچھے بنائیگی اور ایسے ہی اگر تیسری دفعہ انعکاس ہوگا تو م کی شبیہ اسی طرح بنائے گی — غرض یونہیں ایک سلسلہ غیر متناہی چلاجائیگا۔ شکل میں دو اصلی شعاعوں کی راہیں م سے ر ص اور م سے ر ص بنائی گئی ہیں وہ م سے اور پھر م سے اور پھر م سے منعکس ہوتی ہیں دو یا زیادہ مرروں سے اضعاف اشباہ جو ہوتا ہے اسکا اصول یہی ہے اسکو تجربہ کرکے دیکھ لو۔

(۲۷) متوازی مرر۔ شکل ۱۹ میں فرض کرو کہ دو متوازی اور متقابل مرروں کے

درمیان کوئی چیز د رکھی گئی ہے تو اول انعکاسوں سے ء ۱ شبیہیں بنیگی اور دوم انعکاسوں سے

(۱۹)



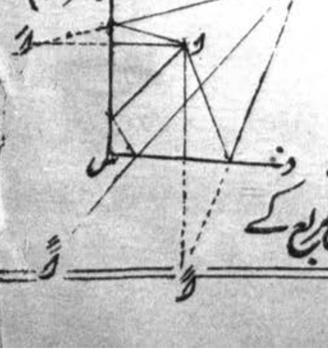
ء ۲ ء ۳ شبیہیں بنینگی اور سوم انعکاسوں سے ء ۳ ء ۴ شبیہیں بنینگی ۔

شکل میں جو آنکھہ بنائی گئی ہے اس میں تیسرے انعکاسوں تک کی شبیہیں داخل ہوتی ہیں اور شکل ان تمام راہوں کو بتاتی ہے جو ان شعاعوں نے چیز سے آنکھہ تک داخل ہونے میں طی کی ہیں وہ شعاعیں جو ابھی آنکھہ کو اور شبیہیں دکھاتی ہیں شکل میں اسلئے نہیں بنائی گئیں کہ خطوط کی کثرت سے شکل میں انتشار پیدا ہوتا ۔ ایک ہی دفعہ میں شبیہوں کی بڑی قطار دکھائی دیتی ہے ۔ مگر شبیہوں کا فاصلہ جتنا زیادہ ہوتا جاتا ہے اُتنی وہ مدّھم ہوتی جاتی ہیں وجہ اسکی یہ ہے کہ ہر انعکاس میں روشنی کا نقصان ہوتا جاتا ہے +

(۳۸) دو مسطح مرروں سے شبیہوں کا بننا +

دو متوازی مرروں کے درمیان جو چیز رکھی جائے اُنمیں شبیہوں کے بننے کا بیان اوپر کیا گیا ۔ اب ان شبیہوں کا ذکر کرتے ہیں کہ جو ان دو مرروں کے درمیان چیز رکھنے سے بنتی ہیں کہ ایک دوسرے کے ساتھہ زاویہ بناتے ہیں اگر ان مرروں کے درمیان یہ زاویہ قائمہ ہوگا تو تین شبیہیں اس ترتیب سے دکھائی دینگے جیسے کہ شکل ۴۰ میں بنی ہوئی ہیں ۔ اس میں ب س اور س د مرر ہیں اور آ ایک چیز جسکی ایک شبیہ آ ۱ مرر ب س میں بنتی ہے اور دوسری شبیہ آ ۲ مرر س د میں اور پھر شعاعوں کے

(۴۰)



دوبارہ انعکاس سے تیسری شبیہ آ ۳ بنتی ہے

یہ تینوں شبیہوں اور خود چیز ایک مستطیل کے زاویوں پر ہیں اگر مرروں سے آ برابر فاصلہ پر ہو تو یہ شبیہیں مربع کے

زاویوں پر ہونگیں ان مرروں کے درمیان جتنا زاویہ گھٹتا جائیگا اُتنی تعداد شبیہوں کی زیادہ ہوتی جائے گی اگر ۹۰° کا زاویہ ہو تو ۳ شبیہیں اور اگر ۴۵° کا زاویہ ہو تو ۷ اور اگر ۳۰° کا ہو تو ۱۱ غرض کلیہ قاعدہ یہ ہے کہ مرروں کے درمیان جو زاویہ ہو اُس پر ۳۶۰° کو تقسیم کرو اور اگر خارج قسمت صحیح عدد ہو تو ایک گھٹا دو تو ماحصل شبیہوں کی تعداد ہوگی۔ اس سے معلوم ہوا کہ اگر زاویہ ۰° ہو یعنی مرّے متوازی ہوں تو شبیہوں کی تعداد بے شمار ہوگی لیکن یہ شبیہیں آخر کو ایسی دھندلی ہو جاتی ہیں کہ وہ دکھائی نہیں دینگی اسکا بیان اوپر ہو چکا ہے۔ اگر کسی چیز کی شبیہوں کی ترتیب بالقرینہ چاہیں تو اُسکو ایسے دو مرروں کے درمیان رکھیں کہ وہ ایکدوسرے کے ساتھ زاویہ ایسا بناتے ہوں کہ وہ ۳۶۰° کا حصہ وفقی ہو یعنی ۳۶۰° کو پورا تقسیم کرتا ہو مثلاً ۶۰° کا زاویہ ہو تو اُنکے درمیان جو چیز رکھی جائیگی وہ خود اور شبیہیں تعداد میں چھ ہونگی شکل ۲۱ کو دیکھ لو

(۲۱)



کہ قطاع ا س ب میں چیز کو رکھا ہے تو اول انعکاس سے پاس کے قطاع ب س ا' اور ا س ب' میں شبیہیں بنینگی اور انعکاس ثانی سے قطاع ب' س د' اور ا' س ب'' میں اور انعکاس ثالث سے قطاع ب'' س ا'' میں دو منطبق شبیہیں بنینگی جو قاطع ا س ب کے مقابل برابر ہے اور اسلئے دونوں مرروں کی سطحوں سے پیچھے واقع ہے اب پھر انعکاس نہیں واقع ہوگا +

(۲۹) کالیڈسکوپ یعنی گل بین یا سیر بین۔

پہلے زمانہ کے لوگ بھی دو مرروں کو متوازی یا کسی زاویہ پر مائل رکھ کر ان کے بیچ میں کوئی چیز رکھتے تھے اور اُس کی شبیہوں کی تضعیف یا اضعاف کر لیتے تھے۔ ایک شمع ساز اپنے گھر کے مقابل کی دیواروں پر دو متوازی مرر لگا کے اور اُن کے درمیان شمع کو روشن کر کے شبیہوں کی اضعاف کا تماشا لوگوں کو دکھاتا تھا جب ایک دیوار کے پاس دیکھنے والا کھڑا ہوتا تھا

تو دوسری دیوار پر بے انتہا روشنیوں کی قطار اسکو نظر آتی تھی - پھر ایک شخص نے ایک آلہ
اس طرح کا بنایا کہ ایک صندوق میں دس مرروں کو اس طرح لگایا کہ وہ ایک معشر یعنے دس
ضلعے کی شکل کے زاویوں پر رکھے ہوئے معلوم ہوتے تھے اور دو شیشوں کے درمیان ایک
روزن رکھا جسمیں جھانک کر دیکھا جاتا تھا کہ اندر کیا تماشا ہو رہا ہے اگر اسکے اندر کوئی تصویر
رکھہ دی جاتی تھی تو دیکھنے والا حیران ہوتا تھا کہ ایک تصویر کی بے شمار تصویریں کیونکر
دکھائی دیتی ہیں اور وہ آپس میں ایک بے ترتیبی کے ساتھہ خلط ملط ہوتی ہیں پھر سر ڈیوڈ بروسٹر
نے ان اضعاف اشباہ کے اصول کی خوب بہار دکھائی انھوں نے مرروں کو ایسے زاویوں پر
ملا کر رکھا کہ بالقرینیہ و بالترتیب شبیہوں کے تماشے نظر آنے لگے - انھوں نے ایک کھلونا اس اصول پر
بنایا اور اس کا نام کالیڈسکوپ رکھا جسکو ہم اکثر گل بین یا سیر بین کہتے ہیں اس میں ایک نلوا
ہوتا ہے جسمیں دو مرر رکھے جاتے ہیں جو اس کے کل طول میں پھیلے ہوئے ہوتے ہیں - اس
نلوے کا ایک سرا کسی دہات کے پترے سے بند ہوتا ہے اور اس کے مرکز پر ایک سوراخ ہوتا ہے
جسمیں سے دیکھنے والے دیکھتے ہیں کہ نلوے کے اندر کیا ہو رہا ہے - اور دوسرے سرے پر دو شیشے
لگے ہوئے ہوتے ہیں ایک سادہ دوسرا صاف اور ان دونو شیشوں کے درمیان رنگین شیشوں کے
چھوٹے چھوٹے ٹکڑے کشادہ پڑے ہوئے ہوتے ہیں پس مرروں میں ان شیشوں کے ٹکڑوں
کی شبیہیں بالقرینیہ بہت خوب صورت تماشا اپنے انعکاسوں سے یوں دکھاتے ہیں کہ نلوے کو
پھراتے جاتے ہیں جسکے سبب سے شیشوں کے ٹکڑوں کا مقام بدلتا رہتا ہے بعض دفعہ نلوے کے
اندر تین مرر لگا کے ایک مثلث متساوی الاضلاع بنا دیتے ہیں - انکے درمیان ایک دوسرے
کے ساتھہ ۶۰ کے زاویہ پر میلان ہوتا ہے مرروں کے ہر زوج سے ایک کیلڈسکوپ کا تماشا
نظر آتا ہے - ان مرروں کے اجتماع سے تین کیلڈسکوپ کی سیر دکھائی دیتی ہے +

(۳۰) جب کہیں پانی ٹھیرا ہوا ہو تو اس میں چاند سورج کا ایک عکس نظر آتا ہے لیکن پانی میں
اگر لہریں اٹھہ رہی ہیں تو پھر دیکھو کہ ہر لہر میں انعکاس ضیا سے ایک چاند سورج نظر آتا ہے اور

اس طرح بہت سے چاند سورج اپنا تماشا عجیب و غریب دکھلاتے ہیں۔ دکانوں کی کھڑکیوں اور دروازوں میں سوداگر مرر لگاتے ہیں جس سے اُنکے اسباب کی رونق زیادہ ہوجاتی ہی اور وہ اصل قیمت سے زیادہ قیمت کا معلوم ہونے لگتا ہے۔ سڑک پر جو لوگ چلتے ہیں ان شیشوں میں اپنی شبیہیں اس طرح دیکھتے ہیں کہ وہ اسباب کو ملاحظہ کر رہے ہیں جو کوئی دکان کے اندر جاتا ہی وہ دیکھتا ہی کہ میں کیا اندر آیا ہوں ایک پلٹن آدمیوں کی اندر گھس آئی ہی اس اصول انعکاس سے عجیب عجیب کرتب و شعبدے دکھائے جاتے ہیں اور جاہل بیچارے بھوت آسیب کے پھندے میں پھنسائے جاتے ہیں۔ ایک مقام کا ذکر ہی کہ ایک عورت کو سفید لباس پہنایا اور لباس کو چمکدار چیزوں کے لگانے سے اور زیادہ چمکدار بنایا۔ اور اُس کو ناظرین کی نظر سے چھپا دیا۔ مگر ایک بڑے آئینے کے کناروں کو کپڑے سے ڈھک کر اُسمیں عورت کی شبیہ کے عکس کو دکھایا۔ یہ معلوم ہوتا تھا کہ یہ عورت کبھی بیٹھتی ہے کبھی اُٹھتی ہی کبھی شیشے کے پیچھے چلتی ہوئی ایسی معلوم ہوتی ہے کہ وہ شیشہ کے آگے آتی ہے۔ غرض لوگ اُسکو دیو پری سمجھتے تھے یہ نہیں جانتے تھے کہ یہ پری فقط انعکاس ضیا ہی جب اُسکا انقطاع ہوتا تھا تو وہ دفعةً پری غائب ہوجاتی ہی میجک کی بی نٹ (جادو کی الماری) یہ وہ تماشا ہی جس میں کہ سر ادہر لٹکا ہوا نظر آتا ہے کہ بے نٹ کے دو پیچھے کے گوشوں میں سمت ناقولی میں دو مرر ایک دوسرے کے ساتھ زاویہ قائمہ پر میلان رکھتے ہوئے جڑے ہوئے ہیں اور وہ ۴۵ کا زاویہ کے بے نٹ کے اطراف اور پشت سے بناتے ہیں ناظر دو طرفوں کی شبیہیں دیکھ کر غلطی سے اُنکی پشت خیال کرتا ہے اور وہ دونوا ایک ہی شبیہیں ہوتی ہیں مرروں کے پیچھے تماشا گر چھپا ہوا ہوتا ہی اور بی نٹ خالی معلوم ہوتی ہے۔ پس جب چھپا ہوا تماشا گر مرروں سے اپنا سر اوپر اُٹھاتا ہے تو وہ ہوا میں ادہر بے جسم نظر آتا ہے +

(۱۳) پول میس کوپ +

روشنی بھی آواز کی طرح کئی دفعہ منعکس ہوتی ہی اسی اصول پر ایک آلہ پول میسکوپ اسطرح

(۲۲)

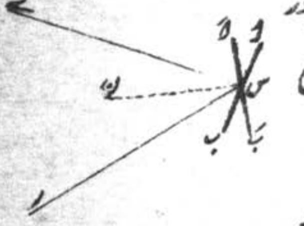


بنایا گیا ہے کہ دو مرر لیتی ہیں اور انہیں سے ہر ایک کو اسطرح رکھتے ہیں کہ وہ افق کے ساتھ ۴۵ کا زاویہ بناتے ہیں جیسا کہ شکل ۲۲ میں دیکھتے ہو اور بہ کہ مرر کو دور کی چیز کی طرف پھیرتے ہیں

اس دور کی چیز کی روشنی جو مرر پر پڑتی ہے اور وہ منعکس ہو کر پیچھے کے مرر پر آتی ہے تو اسکی شبیہ دکھائی دیتی ہے۔ افسر کسی حصار یا حصن کے پیچھے ٹھہرا رہ کر بےخوف و خطر اس آلہ کے ذریعہ سے دشمن کی نقل و حرکت کو دیکھ سکتا ہے اور اسکو دیکھ کر اپنے لشکر کو حکم دیتا ہے کہ کس طرف وہ آگ برسائے +

(۳۲) مرر کی گردش سے جو گردندگی ضیا پیدا ہوتی ہے۔

(۲۳)



فرض کرو کہ کاغذ کی سطح پر ایک مرر اب عمود ہے اور ایک محور پر جو س میں گذرتا ہے اور کاغذ کی سطح پر عمود ہے یہ مرر گردش کرتا ہے اسپر ایک شعاع اتصال ے س پڑتی ہے تو

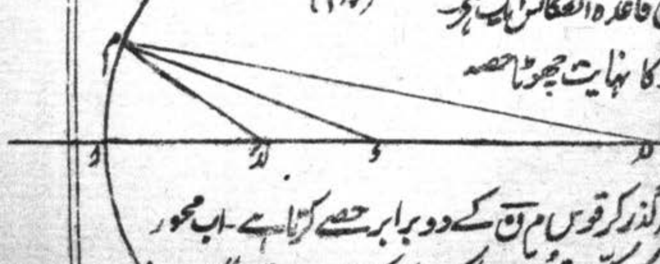
جب مرر بمقام اب عمود ے س پر ہو گا تو شعاع سیدھی اپنی راہ میں منعکس ہو گی لیکن جب زاویہ حادہ اس ا اسپر مرر گردش کریگا تو شعاع منعکس راہ سمت س ر میں ہو گی جو عمود س ان کے ساتھ زاویہ ن س ر برابر بانگی زاویہ اتصال ن س ے کے اسلئے گردندگی ے س ر شعاع منعکس کی جو مرر کی گردش سے پیدا ہوئی ہے دو چند زاویہ ے س ن سے ہے یعنی اس ا سے جسپر مرر کو گردش دی ہے پس اس سے ظاہر ہے کہ جب ایک مستوی مرر سطح اتصال میں گردش کرتا ہے تو شعاع منعکس کی سمت اس زاویہ سے جسپر مرر نے گردش کی ہے دو چند زاویہ پر تبدیل ہو گی اور اس سے بالعکس اگر شعاع منعکس سمت مستقل س ے سے مقرر کریں تو شعاع اتصال ر س کی سمت دو چند اس زاویہ پر

...لی کی جسپر شعاعوں نے گردش کی ہے۔ اوپر جو مرِ مستوی کا بیان ہوا اس میں یہ بات یاد رکھنی
...ہے کہ کسی شی کی شبیہ جو مرِ مستوی میں بنتی ہے وہ شاقولی یسدھی ہم قامت ہوتی ہے مگر
...پہلو اسکے معکوس ہوتے ہیں۔ اور مرر کے پیچھے اتنے ہی فاصلہ پر ہوتی ہے جتنے
...فاصلہ پر شے مرر سے آگے ہوتی ہے۔

سطوح منحنی سے انعکاس ضیا و کروی مرر

(۳۴) یہ بیان توضیح کے ساتھ ہو چکا ہے کہ خطوط مستقیم میں روشنی چلتی ہے جسکا نام شعاعیں
...رکھا گیا ہے اب شعاعیں کیا منفرج ہونگی یا متوازی یا انضمامی جو نقاط ارضی سے شعاعیں نکلتی
...ہیں وہ منفرج ہوتی ہیں آفتاب اور سیاروں سے جو شعاعیں نکلتی ہیں وہ بے انتہا فاصلہ بعید سے
...آتی ہیں اسی سبب سے متوازی معلوم ہوتی ہیں۔ مناسب کیبوں و حکمتوں کو کام میں لاکر
...نقاط ارضی سے جو شعاعیں نکلتی ہیں اُن کو متوازی یا انضمامی بنا سکتے ہیں اور یہ امر
...مختلف مرروں کی وساطت سے ہو سکتا ہے۔ ایسی مرروں میں بھی روشنی انھیں قوانین کی تابع
...ہے جو سطحی مرروں میں بیان ہوا ہے کہ زاویہ اتصال برابر زاویہ انعکاس کے ہوتا ہے۔ اسکی
...وجہ یہ ہے کہ ہر سطح منحنی چھوٹی چھوٹی بے شمار سطوح مستویہ کا مجموعہ علی الاتصال ہوتا ہے
...اسلیے سطح منحنی سے انعکاس ہونا گویا ایک چھوٹی سطح مستوی سے انعکاس ہونا ہوتا ہے۔ اسلیے

(۲۵)



...سطح مستوی و منحنی میں قاعدہ انعکاس ایک ہے۔
...فرض کرو دائرہ کے محیط کا نہایت چھوٹا حصہ
...م ن ہے جسکا مرکز ذ ہے
...اس مرکز میں ایک خط ا لا گذر کر قوس م ن کے دو برابر حصے کرتا ہے۔ اب محور
...ا لا کے گرد قوس م ن کو چکر دو تو ایک سطح کروی کا ایک حصہ مرتسم ہوگا۔ اب اس
...حصہ پر جسکا رخ لا کی طرف ہے قلعی کردو تو ایک مجوف کروی مرر بنجائیگا اور اس کی
...بیرونی سطح قلعی کردو تو محدب مرر بنجائیگا۔ اگر کرہ کا مرکز ذ ہو تو اسکو مرر کے انحنا کا مرکز کہتے ہیں

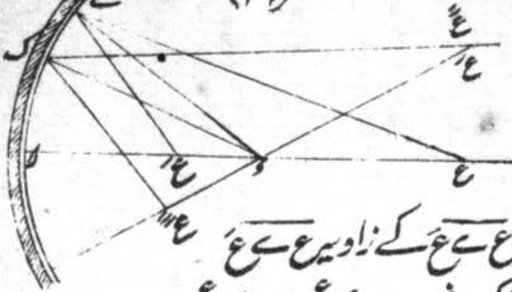
اور ا کو مرر کا قطب کہتے ہیں اور اگر کوئی خط ت سے مر تک کھینچا جائے تو اُسے محور ثانیہ کہتے ہیں
اب ہم یہ بیان کرتے ہیں اس قسم کے مرر کا اثر روشنی کے انعکاس پر کیا ہوتا ہے خط ا لا
کو محور اولے یا اعظم مرر کا کہتے ہیں + محور کے نقطہ ء پر نقطہ منور مثلاً لا رکھا جائے اور وہ شعاعیں
کا مخروط منفرج مرر پر ڈالے تو وہ بعد انعکاس کے انضمامی ہونگی اور وہ باہم ایک دوسرے کو محور کے
کسی نقطہ پر جو ء اور مرر کے درمیان ہوگا قطع کرینگے۔ ہر صورت میں اشعہ اتصال و انعکاس
(مثلاً لا م اور م لا) برابر زاوئیے نصف قطر (ء م) کے ساتھ جو نقطہ اتصال تک کھینچا جائے
بنائینگے۔ وجہ اسکی یہ ہے کہ موافق بیان سابق تم مرر کی کل سطح منحنی کو یہ خیال کر سکتے ہیں
وہ چھوٹی چھوٹی سطوح متماسہ سے مرکب ہو کر بنی ہے شکل ۲۶ میں مرر کی سطح کا ایک نہا چھوٹا حصہ
تو اس حصہ سے شعاع کا انعکاس اسطرح ہوگا جیسا کہ ایک مستوی مرر کی سطح کا وہ حصہ انعکاس کرتا
جو کروی سطح کو م پر مس کر رہا ہے اور علم ریاضی میں ثابت ہے کہ سطح کروی کو جو سطح مستوی
نقطہ م پر مس کر رہی ہو وہ کرہ کے نصف قطر پر زاوئیے قائمے بناتی ہے پس اس سے معلوم
کہ بہ لحاظ کروی سطوح کے قوانین انعکاس وہی ہیں جو سطوح مستوی کے لئے ہیں بشرطیکہ
نصف قطر کروی کو نقطہ اتصال شعاع پر عمود سطح مستوی کے نقطہ اتصال پر سمجھیں۔

فرض کرو کہ اتنے زیادہ فاصلہ پر لا ہے جتنا کہ آفتاب چھوٹے مرر سے فاصلہ پر ہے
یا زیادہ صحت کے لئے اُسے مان لو کہ وہ بے انتہا فاصلہ پر ہے تو جو شعاعیں مرر پر واقع ہونگی
وہ متوازی ہونگی اور بعد انعکاس کے وہ ایک دوسرے کو اس نقطہ پر قطع کرینگے جو م ر اور مرر
کے درمیان ہے۔ اس نقطہ پر ف کا نشان ہے اور اسکو فوکس اعظم کہتے ہیں یعنی متوازی
شعاعوں کے فوکس کو فوکس اعظم کہتے ہیں۔ ہمیشہ علم مناظر میں شے اور اس کی شبیہ کے مقام
آپس میں بدل سکتے ہیں اگر فوکس اعظم میں نقطہ منور رکھیں تو شعاعیں بعد انعکاس کے متوازی
اگر فوکس اعظم اور مرر کے درمیان نقطہ منور رکھا جائے تو شعاعیں بعد انعکاس
منفرج ہونگی اور وہ باہم بالکل تقاطع نہیں کرینگے کوئی اصلی فوکس نہیں ہوگا۔ لیکن اگر

منفرج شعاعیں مر کے پیچھے کی طرف بڑھائی جائیں تو وہ باہم قطع کرینگے اور ایک خیالی فوکس بنائینگے۔

(۳۴) مزدوج فوکس۔

فرض کرو کہ مر کروی کے محور اولی پر نقطہ منور ع ہے۔ اس سے جو شعاعیں مر پر پڑتی ہیں انمیں سے ایک شعاع ع ے ہے عماد ر ے کھینچو جو بموجب دفعہ ۳۳ کرہ کا صرف نصف قطر ہوگا تو ر ے ع
(۲۶)



زاویہ اتصال ہوگا اور ر ے ع' زاویہ انعکاس یہ دونو آپس میں برابر ہونگے اور اسلیے کہ مثلث ع ے ع' کے زاویہ ع ے ع' کی ر ے تنصیف کرتا ہے (بحکم ۳ ش ۶م) ے ع / ے ع' = ر ع / ر ع'

فرض کرو کہ ا ع اور ا ع' کو عو اور عو' تعبیر کرتے ہیں اور کرہ کے نصف قطر کو نق تعبیر کرتا ہے اب اگر مر کی کشادگی زاویہ یعنی زاویہ ے ع ا نہایت چھوٹا ہے تو ظاہر دکھائی دیتا ہے کہ ے ع برابر ہے عو کے اور ے ع' برابر عو' کے اگر اوپر کی مساوات میں یہ تقریبی قیمتیں درج کریں تو عو / عو' = (عو − نق) / (نق − عو') اس سے معلوم ہوا کہ عو نق + عو' نق = ۲ عو عو'

اب عو عو' نق پر تقسیم کرو تو ۱/عو + ۱/عو' = ۲/نق (۱) پس یہ حملہ جبریہ نقطہ ع' کے مقام کو متعین کرتا ہے اور یہ نقطہ وہ ہے جسپر شعاع منعکس محور اولی کو قطع کرتی ہے اور حملہ مذکور یہ بھی بتلاتا ہے کہ ہماری تقریبی قیمت نقطہ ے کے مقام سے بے تعلق ہے یعنی جسکے معنی یہ ہیں کہ نقطہ ع سے جتنی شعاعیں مر پر پہنچتی ہیں وہ ایک ہی نقطہ ع' پر منعکس ہو کر آتی ہیں تم نے یہ فرض کیا ہے کہ محور اولی پر ع ہے لیکن اگر ہم محور ثانی پر ع'' مقرر کریں تو بموجب سابق کی استدلال کے یہ ثابت ہوگا کہ منعکس شعاعیں نقطہ ع''' پر محور ثانی پر ملینگی۔ محور اولی اور محور ثانی کے درمیان جو تمیز ہمنے کی ہے وہ فقط آسانی کے لئے کی ہے اس سے کچھہ اصل خاصیت کے

تعبیر کرنے میں فرق نہیں آتا ہی پس اس سے معلوم ہوا کہ ہم یہ عام مسئلہ بیان کر سکتے ہیں جو اس غلطی کی حدود کے اندر بالکل صحیح ہی جو تقریبی مساواتوں کو حقیقی مساواتوں کے مان لینے سے واقع ہوتی ہے +

مسئلہ مجوف مرگروی کے سامنے کسی نقطہ معلوم سے جو شعاعیں اس مرایہ پر پڑیں وہ منعکس ہوکر ایک اور نقطہ پر ملتی ہیں اور ان دونوں نقطوں میں جو خط ملایا جائے وہ مرکز کرہ میں گذرتا ہی - یہ بھی ظاہر ہے کہ دوسرے نقطہ سے جو شعاعیں نکل کر مرایہ پر پڑیں گی وہ منعکس ہوکر پہلے نقطہ پر ملینگی - اسلئے ان میں تعلق طرفین سے ہی - اسلئے انکو مزدوج فوکسیس کہتے ہیں جو ہم نے پہلے بیان کر دیا ہی کہ فوکس سے مراد اس نقطہ سے ہی جس پر متعدد شعاعیں ملتی ہیں (یا کھینچنے سے وہ ملیں) اور جو شعاعیں اسطرح ملتی ہیں انکو پنسل (مزبا) کہتے ہیں شکل ۲۷

(۲۷)

میں شعاعوں کی دو پنسلیں ہیں جنکی فوکس ص ص َ مزدوج ہیں جسکے یہ معنی ہیں کہ انمیں سے اگر ایک کو پنسل اتصال مقرر کریں تو دوسری اسکی نظیر پنسل منعکس ہوگی +



اب ہم یہ بیان کرتے ہیں کہ مجوف مرایوں میں شبیہیں کیونکر بنتی ہیں

جس شی کی شبیہ بنتی ہی اس کے ہر نقطہ سے شعاعوں کی ایک پنسل مرایہ پر پہنچے گی جو منعکس ہوکر فوکس مزدوج پر انضمام پائینگے - اگر ناظر کی آنکھہ اس نقطہ اجتماع سے پرے ہو اور شعاعوں کی راہ کے درمیان ہو تو اسکو یہ نمایاں ہوگا کہ یہ نقطہ ہی اصل ہے جس سے یہ شعاعیں آئی ہیں - پس یہ شبیہ اصل چیز کے اکثر نقطوں کے مزدوج فوکسوں سے بنتی ہے - اگر مرایہ مجوف کے محور پر ایک نقطہ کا مقام معلوم ہو تو اسکی شبیہ کے نقطہ کے دریافت کرنے میں اور نہ اس امر کے معلوم کرنے میں کہ فوکس اصلی ہوگا یا خیالی کچھہ مشکل نہ ہوگی - اب یہ ظاہر ہے کہ جب کوئی نقطہ بے انتہا فاصلہ سے کروی مرایہ کے مرکز کی طرف حرکت کرتا ہی تو اس نقطہ کی شبیہ اس فاصلہ پر حرکت کرتی ہے جو فوکس اعظم اور مرکز کے درمیان ہے اور اسکے بالعکس بھی جب نقطہ منور سے فوکس اعظم کی

کی طرف حرکت کرتا ہی تو اس نقطہ کی شبیہ مرکز سے بے انتہا فاصلہ پر حرکت کرتی ہے اس نقطہ اور اس کی شبیہ کے نقطہ کو مزدوج فوکسیں کہتے ہیں پس اگر اوپر کے مطلب کو ہم سمجھے ہونگے تو تم کو معلوم ہوگا کہ فوکس مزدوج متقابل جانبوں میں متحرک ہوتے ہیں اور مرر کے مرکز پر منطبق ہو جاتے ہیں۔ اس مطلب کو نیچے اور طرح سے بیان کرتے ہیں۔

(۳۵) فوکس اعظم

دفعہ بالا کے جبریہ جملہ (۱) میں عو کو جتنا متواتر زیادہ کرینگے اُتنا ہی $\frac{1}{\text{عو}}$ متواتر کم ہوگا اور جب عو بے انتہا ہو جائیگا تو $\frac{1}{\text{عو}}$ فنا ہو جائیگا۔ یہ صورت جب ہوگی کہ محور اولے کی متوازی شعاعیں ہوں اسواسطے کہ متوازی شعاعوں کو ہم یہ خیال کر سکتے ہیں کہ وہ ایک ایسے نقطہ سے آئیں جو بے انتہا فاصلہ پر ہے۔ اب جبریہ جملہ کی یہ صورت ہو جائیگی $\frac{1}{\text{عو̄}} = \frac{2}{\text{نق}}$ اسسے معلوم ہوا کہ $\text{عو̄} = \frac{\text{نق}}{2}$ جسکے معنی یہ ہیں کہ فوکس اولی کا بعد نصف قطر انحنا کا نصف ہے اس بعد کو اکثر مرر کا طول فوکسی کہتے ہیں۔ اگر ہم اسکو فو سے تعبیر کریں تو جبریہ جملہ کی صورت یہ ہو جائیگی کہ $\frac{1}{\text{عو}} + \frac{1}{\text{عو̄}} = \frac{1}{\text{فو}}$ ... (۲)

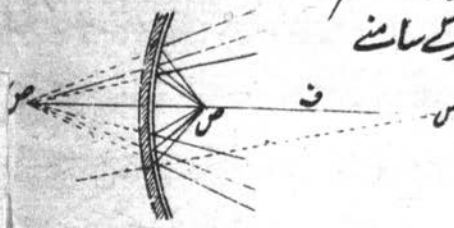
(۳۶) جبریہ جملہ پر مباحثہ۔

اس جبریہ جملہ کے مدد سے ہم مزدوج فوکسوں کی حرکات تناظر کا پتا آسانی سے لگا سکتے ہیں اگر عو مثبت ہے اور بہت بڑا ہے تو عو̄ بہت ہی تھوڑا فو سے بڑا ہوگا جسکے معنی یہ ہیں کہ فوکس مزدوج بہت ہی کم پرے فوکس اعظم سے ہوگا +

جتنا عو کم ہوتا ہے اتنا ہی عو̄ بڑا ہوتا ہے یہانتک کہ دونو برابر ہو جاتے ہیں اس صورت میں ہر ایک انمیں سے برابر نق کے یعنی ۲ فو کے ہے جسکے معنی یہ ہیں کہ مزدوج فوکسیں ایک دوسرے کی طرف حرکت کرتے ہیں یہانتک کہ انحنا پر منطبق ہو جاتے ہیں یہ آخر نتیجہ یوں بھی بدیہی ہے کہ مرکز انحنا سے شعاعیں مرر پر عمودی ہیں اسلئے وہ خود ہی مستقیم الٹی منعکس ہوتی ہیں جب عو متواتر گھٹتا ہی ہے تو دونو فوکس اپنی جگہ بدلینگے نقطہ منور مرکز انحنا سے آگے فوکس اعظم کی طرف بڑھے گا اور مزدوج فوکس مرکز انحنا سے آگے غیر متناہی بڑھے گا جب نقطہ منور متواتر مرر کے قریب ہو جائیگا

تو ۱/عو برابر بنسبت ۱/فو کے ہوگا اسواسطے ۱/عو منفی ہوگا اور اسلیئے عو منفی ہوگا۔ اس نتیجہ کا ترجمان طبیعی یہ ہے کہ فوکس مزدوج مرر کے پیچھے ہوگا جب شکل ۳۸ میں صَ ہے اور منعکس شعاعیں ایسی منفرج ہوتی ہیں کہ گویا اسی نقطہ سے نکلی ہیں ایسی فوکس کو خیالی یا بالاثر کہتے ہیں اور جس نقطہ پر حقیقت میں شعاعیں نکلتی ہیں اُسکو فوکس بالاصل کہتے ہیں۔ نقطہ منور فَ سے مرر کی طرف حرکت کرتا ہے تو مزدوج فوکس پشت کی طرف فاصلہ غیر متناہی سے حرکت کرکے مرر کی سطح سے آن ملتا ہے

(۳۸)



شکل ۳۸ میں اگر صَ ایک اصلی نقطہ منور ہو جس سے شعاعیں مرر پر جاتی ہوں تو وہ ضرور ہے کہ مرر کے سامنے ہو تو اس صورت میں عو منفی نہیں ہوگا۔ لیکن جب ہم شبیہوں کی شبیہوں کا تصور کرینگے تو پھر یہ قید نہیں رہیگی مثلاً اگر ایک مجموعہ اشعہ کا انضمام نقطہ صَ پر مرر کے پس پشت پر ہو تو اُسکا انعکاس صَ پر مرر کے روبرو ہوگا۔ اس صورت میں عو منفی ہوگا اور عَو مثبت اس حالت میں مزدوج فوکسوں صَ صَ نے اپنے مقام باہم بدل لئے ہیں +

پس یہ اوپر کی تحقیقات سے معلوم ہوا کہ مجوف مرر کے مزدوج فوکسوں کے اعتبار سے دو صورتیں عظیم یہ ہیں اول۔ ایک فوکس فَ اور سَ کے درمیان ہو اور دوسرا سَ سے پرے ہو

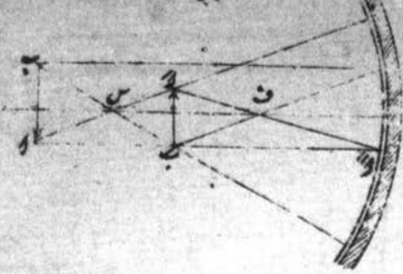
دوم۔ ایک فوکس فَ اور مرر کے درمیان ہو اور دوسرا مرر کے پس پشت ہو۔

پہلی صورت میں فوکسیں آپس میں ملنے کے لئے سَ کی طرف حرکت کرتے ہیں دوسری صورت میں وہ سطح مرر کی طرف آپس میں ملنے کے لئے حرکت کرتے ہیں +

(۳۷) شبیہوں کا بننا۔

اب ہم کو یہ منصب حاصل ہوگیا ہے کہ مجوف مرروں کے ذریعہ سے جو شبیہیں بنتی ہیں اُن پر مباحثہ کریں۔ شکل ۳۹ میں فرض کرو کہ اب کوئی چیز ہے جو مجوف مرر کے روبرو رکھی گئی ہے

(۲۹)



جسکا فاصلہ نصف قطر انحنا سے زیادہ
ہے تمام شعاعیں جو نقطہ آ سے
منفرج ہوتی ہیں وہ سب مزدوج
فوکس آ پر منعکس ہونگی - پس
یہ نقطہ آ اسطرح شکل بنانے سے دریافت
ہو سکتا ہے کہ نقطہ آ سے شعاع ا گ - متوازی محور اولی کے کھینچیں اور پھر اُسکی راہ انعکاس کا نشان کریں جو ضرور فوکس اولی میں گذرے گی تو اِس شعاع منعکس اور محور ثانی کا جو نقطہ آ سے کھینچا جائے نقطہ تقاطع نقطہ مطلوب ہوگا - اسی طرح کی ساخت سے شے کے اور نقطوں کے متناظر نقطے دریافت ہونگے مثلاً ب (یہ ایک امر اتفاقی ہے کہ شکل میں ب خط ا آ پر واقع معلوم ہوتا ہے) ب کا فوکس مزدوج ہے آ اور ب کے درمیان جو نقاط ہیں اُنکے فوکس مزدوج آ اور ب کے درمیان واقع ہونگے اب کے پس پشت جو آنکھ دیکھے گی تو اسمیں منعکس شعاعوں سے اس طرح عکس پڑیگا کہ اَ بَ اصل شے ہے +

(۳۸) قامت شبیہ +

شے اور اُسکی شبیہ کے قامتوں میں جو نسبت ہوتی ہے وہ متشابہ مثلثوں سے ظاہر ہے اُنکے ہی طولی امتداد بالذات مرکز انحنا س سے فاصلے ہیں -

چونکہ س ف اور ا ا متوازی ہیں تو

اَ فَ / ف ا = اَ س / س ا = اَ بَ / ا ب یعنی

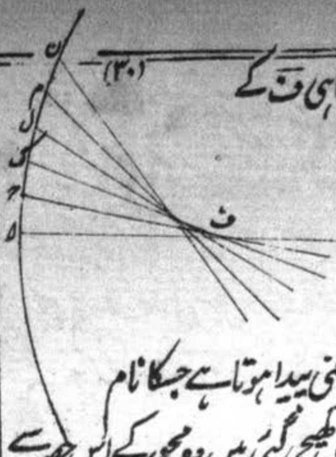
شبیہ کا طول / شے کے طول = شبیہ کا فاصلہ فوکس اولی سے / طول فوکس . . . (۳)

اسی طرح شکل بناکر ہم ثابت کرسکتے ہیں کہ شے کا طول / شبیہ کا طول = شے کا فاصلہ فوکس اولی / طول فوکس . . . (۴)

اب آخر صورت جبریہ سے اس حال میں کہ شے کی مقامات اور مقام معلوم ہوں بہت آسانی سے

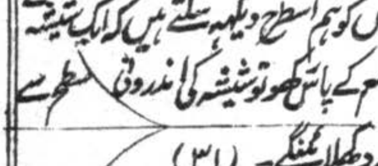
شبیہ کے قامت کا حساب بھی سکتا ہے دونو صورتیں جو بیان (۳) اور (۴) مجوف و محدب مرآۃ کے لئے
عام ہیں اس سے ثابت ہوتا ہے کہ شے اور اسکی شبیہ متساوی اس حال میں ہونگی کہ وہ مرکز
انحنا پر منطبق ہوتی ہوں اور جب وہ اسی نقطے سے مقابل جانبوں میں حرکت کرتی ہیں تو
جو مرآۃ سے زیادہ دور ہوتی جاتی ہے وہ دوسرے قامت میں بڑھتی جاتی ہے چونکہ
شبیہ اور شے کے نقاط متناظر میں خطوط وصل کئے گئے نقطہ س پر متقاطع ہوتے ہیں اور
نقطہ س انکے درمیان جب واقع ہوتا ہے کہ شبیہ بالاصل ہو اسلئے مجوف مرآۃ سے جو شبیہ بالاصل
بنتی ہے وہ ہمیشہ معکوس ہوتی ہے۔ اوپر کے بیان کا خلاصہ یہ ہے کہ اگر بجائے نقطہ کوئی
شے جسکے امتداد محسوس ہوتے ہوں مرکز مرآۃ سے پرے رکھی جائے تو اس شے کی شبیہ معکوس تو
میں چھوٹی مرکز اور فوکس اعظم کے درمیان بن جائے گی اور اگر مرکز اور فوکس اعظم کے درمیان
رکھی جائیگی تو شے کی شبیہ معکوس اور اس سے بڑی بنیگی۔ یہ یاد رکھنا چاہئے کہ شبیہ اور شے کے
مقامات باہم بدل سکتے ہیں یہ جو اوپر دو صورتیں بیان ہوئیں مرآۃ کے سامنے ہوا میں
شبیہیں بنتی ہیں اور وہ اصلی ہوتی ہیں لیکن اگر فوکس اعظم اور مرآۃ کے درمیان شے رکھی جائے
تو مرآۃ کے پیچھے سیدھی اور کلاں شبیہ خیالی یا بالاثر ہوگی آنکھ میں شعاعیں اسطرح آئینگی
کہ یہ معلوم ہوگا کہ وہ مرآۃ کے پیچھے سے کسی شے سے آئی ہیں۔

(۳۹) جب مجوف مرآۃ کردی سے شعاعیں منعکس ہوتی ہیں تو وہ تقریباً نہ تحقیقاً ایک فوکس پر
ملتی ہیں اور یہ صورت بھی جبتک نہیں پیدا ہوتی کہ کرہ کا نہایت چھوٹا حصہ مرآۃ کا
جسپر شعاعیں پڑتی ہیں۔ اگر نہایت احتیاط سے شکلیں بنائیں یا حساب لگائیں تو منعکس شعاعوں
کی ٹھیک راہ متعین کر کے بعض دلچسپ نتیجے پیدا کر سکتے ہیں مثال کے لئے ہم انمیں ایک لکھتے ہیں
شکل ۳۰ میں صفائی کے لئے ہم نے اشعہ اتصال نہیں کھینچیں بلکہ پانچ نقاط ح اور ک
اور ل اور م اور ن جنسے کہ شعاعیں منعکس ہوتی ہیں وہ شکل میں بنائی ہیں۔ ی مرکز ہے
ا ر اس یا قطب ہے اور ف فوکس اولی یا اعظم ہے ف اور ر کے درمیان منعکس شعاعیں تقاطع



(۳۰)

گرتی ہیں منعکس شعاع جتنی قریب محور کے ہوتی ہے اتنا ہی ف کے
قریب محور اور شعاع کا نقطہ تقاطع ہوتا ہے۔ کاغذ کی
سطح میں منعکس شعاعوں سے جو باہم
تقاطعات ہوتے ہیں انسے
ایک ایسا مجمع نقاط پیدا ہوتا ہے کہ جلسے ایک خط منحنی پیدا ہوتا ہے جسکا نام
کاسٹک یعنی سوزاں ہے شکل ۳۰ میں جو منعکس شعاعیں کھینچی گئی ہیں وہ محور کے اُس حصہ سے
کھینچی گئی ہیں جو محور پر اوپر کی طرف ہے اور اسی کے متناظر خط سوزاں کا حصہ بھی محور کے
اوپر کی طرف پیدا ہوا ہے اگر سطح مستوی کاغذ پر باقی منعکس شعاعوں کو کھینچیں تو خط سوزاں کا
دوسرا حصہ محور کے نیچے پیدا ہوگا۔ اور کل خط منحنی سوزاں کی صورت ایسی ہوگی جیسی کہ نیچے
اس شکل میں بنی ہوئی ہے اور اسکا نہایت تیز نقطہ ف ہوگا چونکہ مرر کروی ہے تو ہر تراش
مستوی میں جو محور کی وساطت سے ہوگی یہی حالتیں واقع ہونگی پس اسی طرح ایک سطح سوزاں
متناظر خط سوزان کی شکل میں پیدا ہوگی۔ اِس سطح کو سینگ کرسے کی سطح سے بہت مشابہت
ہوتی ہے۔ یہ ایک مثال شعاعوں کے کروی انحراف کی ہے جسمیں کہ کروی سطح سے شعاعیں
منعکس ہوکر ٹھیک ایک نقطہ پر نہیں ملتیں منحنی سوزاں کو ہم اسطرح دیکھ سکتے ہیں کہ ایک شیشہ کے
گلاس کو دودھ سے بھر کر یا جار کی پیالی کو ایک شمع کے پاس رکھو تو شیشہ کی اندرونی سطح سے
شعاعیں منعکس ہوکر اِس خط سوزاں کو سطح شیشہ پر دکھلائینگے۔



(۳۱)

(۴۰) جیسے کہ کروی سطوح سے منحنی سوزان بنتا ہے ایسی ہی اور منعکس کرنے والی سطوح
سے بھی وہ بن سکتا ہے مثلاً ایک

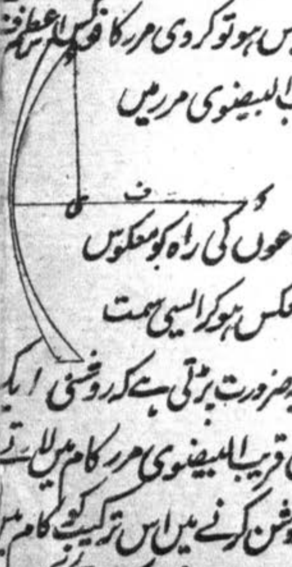


(۳۲)

باریک ہات کا چمک دار ٹکڑا جیسا کہ
گھڑی کی سپرنگ ہوتی ہے مدور قوس
بنائی جائے اور ایک کارڈ پر رکھا جائے۔ اور

یہ کارڈ اس طرح رکھا جائے کہ اسکی سطح دہوپ یا کسی درخشندہ چیز کے اندر گذرے تو منعکس شعاعیں ٹھیک ٹھیک کارڈ کی سطح کے متوازی نہیں ہونگی اور کارڈ پر منحنی سوزان کی صورت بنائینگے۔ شکل ۳۳۲ دیکہو۔

(۴۱) دفعہ ۳۹ کی شکل دیکہنے سے معلوم ہوتا ہے کہ متوازی شعاعیں مرر کروی سے منعکس ہوکر ٹھیک ٹھیک فوکس پر نہیں آتیں مگر یہ ممکن ہے کہ ہم اور صورت کے مرر بناکر یہ نتیجہ پیدا کریں کہ شعاعیں ایک فوکس پر ملیں۔ شعاعوں کے منعکس کرنے کی سطح ایسی لو کہ اس کی تراش جو اس کے محور پر سطح مستوی کے گذرانے سے بنے وہ دائرہ کا حصہ نہ ہو بلکہ وہ قریب البیضوی کا حصہ ہو اور مرر کا محور وہ ہو جس کو علم ریاضی میں قریب البیضوی کا محور کہتے ہیں۔ پس مرر پر جو شعاعیں اس محور کے متوازی پڑینگی وہ بعد انعکاس کے سب اس نقطہ پر گذریں گے جس کو قریب البیضوی کا فوکس کہتے ہیں شکل ۳۳۳ میں جو بائیں طرف خط منحنی ہے وہ قریب البیضوی ہے اور دائیں طرف جو خط منحنی ہے وہ دائرہ ہے جو کل دائروں میں قریب البیضوی کے نزدیک اس راس پر ہو سکتا ہے اگر دائرہ کا مرکز ہ ہو اور ہ اور ا کے درمیان ف وسط میں ہو تو کروی مرر کا فوکس ف ہوگا اور قریب البیضوی کا بھی فوکس ف ہے۔ پس قریب البیضوی مرر میں وہ اشعہ اتصال جو ہ ا کے متوازی ہیں منعکس ہوکر نقطہ ف پر ٹھیک ٹھیک ملینگے۔ نقطہ منور کو ف پر رکھ کر شعاعوں کی راہ کو معکوس کرو تو اس سے جو شعاعیں قریب البیضوی مرر پر پڑینگی وہ منعکس ہوکر ایسی سمت میں جائینگی کہ ٹھیک ہ ا کے متوازی ہونگی۔ پس جہاں یہ ضرورت پڑتی ہے کہ روشنی ایک سمت میں پڑے اور وہ پراگندہ ہوکر ضایع نہ جائے تو وہاں قریب البیضوی مرر کام میں لاتے ہیں بازاروں کے روشن کرنے میں اور لائٹ ہوس کے روشن کرنے میں اس ترکیب کو کام میں لاتے ہیں (لائٹ ہوس وہ روشنی کے مکان ہوتے ہیں جو سمندر میں روشنی کے لئے بنائے جاتے ہیں



قریب البیضوی مرر کے فوکس پر روشنی رکھتے ہیں اگر یہ مرر ایک جگہ پر قائم ہے تو روشنی بھی ایک سمت قائم میں جائیگی۔ بعض دفعہ اس مرر کو ایک محور شاقولی پر جو فوکس میں گذرتا ہی گردش کرتا ہوا بناتے ہیں تو منعکس روشنی باری باری سے ایک باقاعدہ وقفہ کے بعد مثلاً دو دو منٹ کے بعد ایک دفعہ افق پر گذرتی ہے +

(۴۲) گلدستہ جنی کا تجربہ +

فرض کرو کہ ایک بکس ایک طرف سے کشادہ ہو اور وہ ایک مجوف مرر کے سامنے ایسے فاصلہ پر رکھا جائے جو برابر نصف قطر انحنا کے ہو اور اُسکے اندر ایک گلدستہ اُلٹا لٹکا یا جائے بکس کی کشادہ طرف مرر سے قریب ہو۔ تو مرر کو ایک مناسب میلان پر لاکر ہم یہ دیکھتے ہیں کہ ہوا میں ٹھیک بکس کے سر پر گلدستہ کی شبیہ بنی ہوئی ہے چونکہ گلدستہ اُلٹا لٹکایا گیا تھا اسلئے اُسکی شبیہ سیدھی نظر آتی ہے۔ ایک گلدان ایسے مناسب مقام پر ہم رکھ سکتے ہیں کہ یہ گلدستہ جنی اُسپر رکھا ہوا معلوم ہو اور کافی فاصلہ پر مرر کے سامنے بالکل ناظر ہو تاکہ شبیہ کے تمام حصے اُسکی آنکھ اور مرر کے درمیان ہوں اگر گلدستہ کے پھولوں کے رنگ روشن ہونگے تو شبیہ بھی روشن ہوگی اور ناظر بہت ہی اچھی طرح دہوکے کھائیگی +

(۴۳) اوٹ یا پردہ پر شبیہیں +

جو تجربہ اوپر ہوا ہے اُسکو ایک دفعہ میں چند آدمی دیکھ سکتے ہیں کیونکہ اسمیں یہ ضرور ہی کہ ناظر ایک لین میں شبیہ اور مرر کے ساتھ ہو۔ مگر اوٹ یا پردہ پر جو شبیہیں بنائی جاتی ہیں اُنکو ایک دفعہ میں بڑی جماعت دیکھ سکتی ہی بشرطیکہ ایک کمرہ تاریک ہو اور شبیہ بڑی اور روشن ہو۔ مثلاً ایک شمع روشن مجوف مرر کے اوپر اتنے فاصلہ پر رکھی جا کہ وہ بڑا طول فوکسی سے ہو۔ اور پردہ یا اوٹ فوکس مزدوج پر رکھی جائے تو شمع کی ایک اُلٹی شبیہ اوٹ یا پردہ پر نقش پذیر ہوگی۔ اگر شمع کا فاصلہ نصف قطر انحنا سے کم فاصلہ پر رکھی جائیگی تو شبیہ کلاں ہو جائیگی۔ غرض اس طرح سے ہم نے جبرا مزدوج فوکسوں کے

فاصلونکی لکھی ہے اُسکے موافق نہایت احتیاط ہر تجربہ میں کرنی چاہیے اور پردہ یا اوش
کو ایسے مقام پر رکھنا چاہیے کہ نہایت صاف حدود کی شبیہ بنے ا دپر کے بیانات کا اِس
خلاصہ کو یاد رکھو کہ کروی مرروں کے باب میں جو یہ بیان کیا گیا ہے کہ وہ شعاعوں کا اجتماع
ایک نقطہ پر کرتے ہیں یہ جب درست ہے کہ کرہ کا نہایت ہی چھوٹا حصہ مرر ہو۔ اور اس حالت
میں بھی نتیجہ نظری ہوگا اور نہایت صحیح نہیں ہوگا۔ اور جب کرہ کے ایک بڑے حصہ کو مرر بناتے
ہیں تو شعاعیں ایک نقطہ پر نہیں جمع ہوتیں بلکہ برخلاف اسکے اُنکے تقاطعات سے ایک روشن
سطح پیدا ہوتی ہے جسکو کاسٹک کہتے ہیں یہ جو معمولی گلاس پانی پینے کا ہوتا ہے وہ ایک
منحنی ری فلکٹر ہوتا ہے اب گلاس کو تقریباً دودہ سے بھر دو اور اُسکی برابر ایک شمع روشن
کر کے رکھہ دو تو وہ دودہ کی سطح پر کاسٹک کروی یعنی منحنی سوزاں بنجائیگا۔ ایک حلقہ کے
اندر کی طرف قلعی کر دو تو وہ بھی کاسٹک کروی کو خوب دکھائیگا۔ کروی مرر کے فوکس کو
کاسٹک کا کپ کہتے ہیں +

(۱) **گردندگی** - کسی سبب سے شعاع کا انحراف شعاع کی گردندگی کہلاتی ہے۔ کروی مرر کی یہہ قابلیت نا ہے
کہ جو شعاعیں اسپر پڑتی ہیں وہ اُنکو ایک نقطہ پر جمع نہیں کرسکتا وہ محور کی کروی گردندگی کہلاتی ہے

(۴۴) مجوف یا مقعر مرر میں شبیہ بالنقل یا بالاثر یا خیالی -

شکل ۴۳ میں فرض کرو کہ ایک چیز ا ب مجوف مرر کے سامنے ایسے فاصلہ پر رکھی جائے
جو فوکس اعظم کے فاصلہ سے کم ہو تو شعاعیں جو مرر پر کسی نقطہ ا سے

شبیہ بالاثر کا بنا

(۴۳)



واقع ہونگی تو ا سے منعکس ہونگی جیسی کہ ایک مبدل منفرج
جسکا فوکس مرر کے پس پشت نقطہ ب پر س
ہوگا جس سے وہ منفرج ہوئی ہیں۔ اِس نقطہ ب کے دریافت کرنے
کے لئے ہمکو اِس شعاع کا پتا لگانا چاہیے جو ا سے محور اعظم کے متوازی نکلتی ہے
ایسی شعاع فوکس اعظم ف پر منعکس ہوگی۔ اس منعکس شعاع کو پیچھے کی طرف الیا بڑھاؤ کہ

وہ محور ثانی میں آ سے ملے - یوں نقطہ ب جو آ کا فوکس مزدوج ہے متعین ہو جائیگا اور اسی طرح سے مقام اَ کو متعین کر سکتے ہیں جو بَ کا فوکس مزدوج ہو یہ ظاہر ہے کہ ا ب کی شبیہ سیدھی اور کلاں ہوگی +

(۴۵) شبیہات بالنقل کی کیفیت +

شبیہ بالنقل کو کسی اوٹ یا پردہ پر عکس افگن نہیں کر سکتے اسواسطے کہ جو شعاعیں اُسکو پیدا کرتی ہیں وہ حقیقت میں اسکی جگہہ میں نہیں گذرتیں بلکہ صرف وہ گذرتی ہوئی معلوم ہوتی ہیں اگر اوٹ یا پردہ اَبَ پر رکھا جائے تو بظاہر کسی طرح کی منعکس روشنی اسپر نہیں پڑے گی مستوی مرروں میں جو شبیہیں نظر آتی ہیں وہ بالنقل ہوتی ہیں اور کروی مجوف یا محدب بھی تقریباً مساوی کہ مستوی مرر کا اس حال میں ہوتا ہے ——— جب کہ چیز کا فاصلہ مرر کی سطح سے بمقابلہ نصف قطر انحناء چھوٹا ہو +

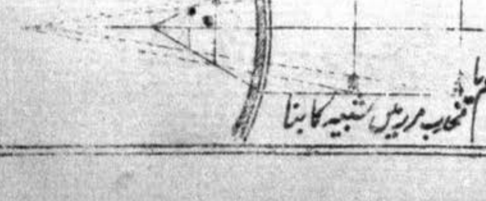
(۴۶) محدب مرر - یہ نہایت سیدھی سادی وضع سے بآسانی ثابت ہو سکتا ہے

اگر کسی نقطہ منور سے جو شعاعیں کم محدب مرر پر واقع ہوں وہ بعد انعکاس منفرج ہوتی ہیں اسواسطے فوکس اعظم اور مزدوج فوکسین سب نقطوں کے لئے جو کرہ سے باہر ہیں بالنقل ہوتی ہیں - صور جبریہ (۱) و (۲) دفعات ۳۴ و ۳۵ کو محدب مرروں کے واسطے بھی اختیار کرو اس میں صرف ارقام $\frac{۲}{نق}$ یعنے $\frac{۱}{فو}$ کی علامتیں بدل لو تو محدب مرر کے واسطے یہ صور جبریہ پیدا ہوں گی کہ

$$\frac{۱}{عو} + \frac{۱}{عوَ} = -\frac{۱}{فو} = -\frac{۲}{نق}$$

یہاں نق اور فو اپنی ذات سے حقیقت میں مثبت ہیں - اب صورت جبریہ سے ظاہر ہے کہ دو فاصلوں عو اور عوَ میں سے کم از کم ایک منفی ہو جسکے معنی یہ ہیں کہ ہر زوج مزدوج فوکسوں میں کم از کم ایک مرر کے پس پشت واقع ہو -

(۳۵)



محدب مرر میں شبیہ کا بننا

شبیہ کی ساخت شکل ۳۵ میں وہی ہے جو مجوف مرر کی صورت میں تھی چیز میں کوئی نقطہ منتخب کر کے محور اعظم یا

کی متوازی ایک شعاع کھینچو تو یہ شعاع منعکس ہوکر جب پس پشت بڑھائی جائیگی تو وہ ضرور فوکس
اعظم پر گذریگی اور اسکا تقاطع ہوگا محور ثانی سے جو نقطہ منتخب سے کھینچا جائیگا منتخب نقطہ کی
نظیر شبیہ کا نقطہ متعین کریگی۔ خارجی چیز کی شبیہ ظاہر ہے کہ سیدھی اور چھوٹی بہ نسبت اصل چیز
کے ہوگی۔ اگر ایسی وضع ساخت کو مگر اس حال میں کام میں لائیں کہ اصل چیز مرر کے قریب
ہو تو شبیہ بہ نسبت سابق کے بڑی ہوگی۔ خواہ مرر محدب ہو خواہ مجوف ہو اس میں کسی چیز
اور اسکی شبیہ کی خطی امتداد بالاستقامت مناسب مرکز انحناء کے فاصلوں کے ہوتے ہیں اگر چیز
اور اسکی شبیہ کے درمیان یہ مرکز واقع ہوتا ہے تو شبیہ الٹی بنتی ہے اور اگر نہیں واقع ہوتا تو سیدھی
محدب مرر کی صورت میں یہ مرکز انکے درمیان نہیں واقع ہوتا (اگر شے بالاصل ہو)
اسواسطے شبیہ ہمیشہ سیدھی ہوتی ہے غرض مجوف مرر کی طرح محدب مرر سے بھی فوکسوں اور
شبیہوں کے مقامات دریافت کرتے ہیں۔ مگر محدب مرر میں تمام فوکسیں اور شبیہیں بالنقل ہوتی ہیں
فوکس اعظم کے دریافت کرنے کے لئے متوازی شعاعیں کھینچتے ہیں جو انعکاس کے سبب سے نقطوں
قطروں کے ساتھ وہ زاوئے گھیرتے ہیں جو برابر ان زاویوں کے ہوتے ہیں جو اتصالی شعاعوں
کے درمیان گھیرتے ہیں۔ یہاں منعکس شعاعیں منفرج ہوتی ہیں مگر وہ پیچھے کی طرف بڑھانے
سے مرر کے پیچھے فوکس اعظم پر تقاطع کرتی ہیں۔ مجوف یا محدب میں ہر چیز کے کسی نقطہ کی
شبیہ کے مقام کا تعین فقط دو خطوں کے کھینچنے سے ہو سکتا ہے اس نقطہ سے مرر کے مرکز میں جو
شعاع کھینچی جائے گی وہ مرکز کے درمیان منعکس ہوگی اور محور کے متوازی جو شعاع کھینچی
جائیگی تو بعد انعکاس یونہیں یا بڑھانے سے فوکس اعظم میں گذرے گی پس ان دو منعکس شعاعوں
تقاطع سے نقطہ کی شبیہ کا مقام متعین ہو جائیگا اسی طریقہ کو اس حالت میں بھی استعمال کرو کہ
بجائے نقطے کے اشیا محسوس المقدار ہوں تو اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ محدب مرر میں شبیہ
سیدھی اور چھوٹی بنتی ہے +

آلات مناظر میں محدب مرر بہت کم استعمال میں آتے ہیں

(۳۷) شیشے اور چاندی کے گلوب بطور زیبائش و آرائش کے مکانوں میں لٹکائے جاتے ہیں وہ محدب
مرروں کی مثالیں ہیں اور وہ ناظر کو ایک نگاہ میں تمام گرد کی اشیا کی شبیہ کو اپنے اندر دکھاتے ہیں یہ شبیہ
مرر کی جس حصہ میں دکھائی دیتی ہے وہ تقریباً کل نصف کرہ ہوتا ہے اسمیں شبیہیں بگڑی ہوئی دکھائی دیتی ہیں
خطوط مستقیم منعکس ہو کر خطوط منحنی بنجاتے ہیں جو مرر سطوانی شکل کے ہوتے ہیں انمیں اور بھی زیادہ شبیہ
بگڑ جاتی ہے جب ایک اسطوانہ مرر کا محور شاقولی ہو وہ بلحاظ طول شبیہ کے مستوی مرر کا کام کرتا ہے
جسمیں شبیہ کا ارتفاع دیکھا جاتا ہے اور کروی مرر کا کام بلحاظ عرض شبیہ کے کرتا ہے۔ اگر اسطوانہ
محدب ہو تو اس میں اجسام بے طور سکڑے ہوئے فقط متناسب اپنی ارتفاعوں کے
دکھائی دیتے ہیں۔ بعض اوقات کاغذ پر سکڑی ہوئی تصویریں اس نظم کے ساتھ بنائی
جاتی ہیں کہ وہ اسطوانہ مرر میں بالکل درست نظر آتی ہیں اور اس سے سکڑنے کی اصلاح
ہو جاتی ہے۔ اور جب کوئی تصویر ابتری کا مجمع ہوتا ہے تو ایسے مرر سے فوراً شبیہ سمجھہ میں
آجاتی ہے۔ تصویر میں سچے تناسب کا بحال ہونا انی مرر فوسس کہلاتا ہے۔ فن طبابت میں
بھی یہ مرر کام میں لائے جاتے ہیں جہاں روشنی کے اجتماع مرکزی سے کسی چیز کو زیادہ تر
نمایاں کرنا منظور ہوتا ہے۔ اوپتھل موس کوپ ایک چھوٹا مجوف مرر ہوتا ہے جس کے
مرکز پر ایک سوراخ ہوتا ہے جسکے پیچھے سے وہاں ناظر دیکھتا ہے جہاں کہ کسی روشنی یا لیمپ سے
مجموعہ اشعہ منعکس کو مریض کی پتلی میں ڈالتا ہے۔ اگر مرر بجائے کروی کے قریب البیضوی ہو
تو مرر پر جتنی متوازی شعاعیں پڑینگی وہ قریب البیضوی کے فوکس پر جمع ہو جائینگے اور
اسکے بالعکس اگر ایک نقطہ منور فوکس پر رکھا جائیگا تو اس سے متوازی شعاعیں نکلینگی
اسمیں گردندگی ضیاء بالکل نہیں ہونے کی۔ اگر مرر بیضیویہ ہو تو اسکے ایک فوکس سے شعاع
نکل کر اسکے دوسرے فوکس پر جمع ہو جائینگے۔ قریب البیضوی رفلکر لائٹ ہوس میں
کام میں آتے ہیں اسکا پہلے بیان دفعہ ۵۱ میں کیا گیا ہے۔
اکثر مجوف کروی سطوح کو آتشی مرروں کی جگہ کام میں لاتے ہیں۔ اگر ایک مرر کا قطر ۲ فیٹ ہو

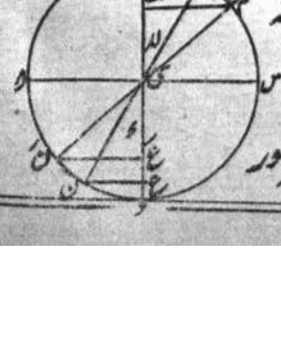
اور فوکس کا فاصلہ ۷ فیٹ تو اسمیں مجموعہ اشعہ کے یکجا کرنے سے بڑا طاقتور اثر دیکھتے ہیں ج
فوکس پر پانی جوش کھانے لگتا ہی اور اجسام سوزش پزیر میں فوراً آگ لگ جاتی ہے۔
موٹے کاغذ سے شعلے اٹھنے لگتے ہیں اور اسکے دغنے کی آواز نکلتی ہے اور ایک تختہ
میں ایسا سوراخ ہو سکتا جیسا کہ گرم لوہے سے +

باب سوم انکسار شعاع

(ایک) اب تک ہم نے روشنی کی شعاعوں کی طرف توجہ فقط اس لحاظ سے کی ہی کہ سطح عکس پرداز سے کیونکر انکا ایک حصہ منعکس ہوتا ہے۔ مگر اکثر شعاعوں کا ایک حصہ جسم غیر شفاف میں داخل ہونے سے فوراً بجھ جاتا ہے اور جسم شفاف میں داخل ہونے سے باہر نکل جاتا ہی چنانچہ دفعہ ۱۶ میں بیان کیا گیا ہی کہ پانی جب شعاعوں کا اتصال ہوتا ہی تو تمام شعاعیں پانی میں داخل ہو کر نکل جاتی ہیں۔ مگر صرف ۱۸ شعاعیں منعکس ہوتی ہیں ... ۱۰۰۰ شعاعوں میں سے ۹۸۲ شعاعیں پانی میں داخل ہو کر باہر نکل جاتی ہیں اور ایسی ہی پارہ کی صورت میں ہر ...۱ شعاعیں جو اس پر اتصال عمودی رکھتی ہوئی پڑتی ہیں انمیں سے ۴۳۳ اسکی سطح سے نیچے تھوڑی ہی عمق پر داخل ہوتی ہی بجھ جاتی ہیں +

(دو) اب ہم یہ بیان کرتے ہیں کہ شی عکس پرداز میں جو روشن شعاعوں کا حصہ داخل ہوتا ہی اسکا حال کیا ہوتا ہی۔ توضیح کے واسطے ہم ہوا اور پانی کو مثال کے واسطے لیتے ہیں۔ اگر پانی پر شعاعوں کا مجموعہ عمودوار پڑتا ہے تو وہ پانی میں سیدھی راہ لیتا ہی لیکن اگر اسکا اتصال ترچھا ہو تو اس شعاعوں کے مجموعہ کی سمت اس نقطہ پر بدل جائیگی جہاں وہ ملتا ہی۔ پس اس خمیدگی مجموعہ اشعہ کو انکسار یا انحراف شعاع کہتے ہیں۔

(تین) انکسار شعاع کا ایک قانون جدید ہے اسکو بہت صفائی سے سمجھ لینا چاہیے۔



فرض کرو کہ اب س د داہنی طرف کی تراش ہے جو اسطوانہ کی شکل کا ہی اور آدھا وہ پانی سے بھرا ہوا ہے جس کی سطح بالا د س ہے۔ اسطوانہ کی مدور تراش کا مرکز ی ہی اور

ی پر ب د عمود سطح بالا پر ہے اور یہ مان لیا ہے کہ ظرف کا گھیر الشکل اسطوانہ غیر شفاف ہے۔ مثلاً لوہے کا یا پیتل کا اب اس میں خیال کرو کہ ب پر ایک سوراخ ہے جسکے اندر سے پتلا مجموعہ شعاعوں کا داخل ہو کر ی پر گرتا ہے تو یہ مجموعہ شعاع اپنی سیدھی راہ نقطہ د پر لے گا اور داہیں بائیں طرف نہیں مڑیگا اب اس سوراخ کو یہ خیال کرو کہ م پر ہے اور ی پر شعاعوں کا مجموعہ سطح آب پر ترچھا پڑتا ہے۔ تو اسکی سیدھی راہ پانی میں داخل ہوتی ہے بدل جائیگی اور وہ ی ن کی راہ پر جائیگا۔ اب خط م ے عمود ب د پر نکالو اور نیز اسی ب د پر عمود ن ع تو ہمیشہ یہ تحقیق ہوگا کہ م ے تقسیم کیا گیا ن ع پر ہمیشہ ایک مستقل مقدار ہوگی خواہ زاویہ جسپر شعاع داخل ہوتی ہے کچھ ہی ہو سطح کے اوپر کا زاویہ جسپر لد کا حرف لکھا ہے زاویہ اتصال کہلاتا ہے اور سطح سے نیچے کا زاویہ جسپر ر کا نشان ہے زاویہ انکسار کہلاتا ہے۔ اگر ہم دائرہ ا ب س د کے نصف قطر کو واحد سمجھیں تو خط م ے جیب زاویہ اتصال کی اور خط ن ع جیب زاویہ انکسار کی ہوگی۔ پس اس سے معلوم ہوا کہ علم مناظر کا بڑا قانون یہ ہے کہ زاویہ اتصال کی جیب تقسیم کی گئی زاویہ انکسار کی جیب پر ہمیشہ ایک مقدار مستقل ہوتی ہے۔ یہ زاویئے اتصال اور انکسار خواہ کیسی ہی بدلیں مگر ان میں جو نسبت مذکور ہوئی وہ نہیں بدلتی اور اس میں کوئی خلل نہیں آتا۔ اگر ان میں سے ایک گھٹے یا بڑھے تو دوسرا بھی اسکے ساتھ ایسا گھٹے یا بڑھے گا کہ وہ قانون مذکور کی اطاعت سے باہر نہیں جائیگا۔

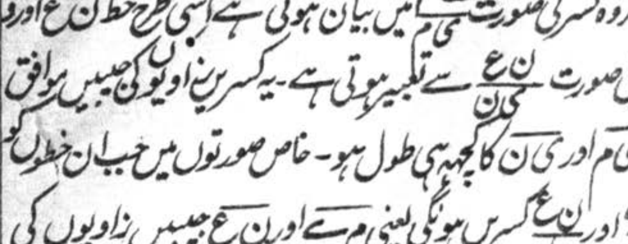
مثلاً اگر زاویہ خط م ی سے بنے تو انکسار خط ی ن ک پر ہوگا لیکن نسبت م ے اور ن ع وہی رہیگی جو م ے اور ن ع میں تھی۔

(چار) اس مستقل مقدار کو انکسار نما کہتے ہیں +

(پانچ) اوپر لفظ جیب کا بیان آیا ہے اوسکی توضیح کچھہ کی جاتی ہے اور قانون انکسار کا تجربہ دکھایا جاتا ہے جب ایک عدد کو دوسرے عدد پر تقسیم کرتے ہیں تو خارج قسمت کو اُن عددوں کی نسبت کہتے ہیں مثلاً ایک تقسیم کیا گیا ۲ پر ½ ہے یہی نسبت ا و ۲ کی ہے

اور ۲ تقسیم کیا گیا ا پر ۲ ہے یہ نسبت ۲ و ا کی ہے اسی طرح ۲ ا تقسیم کیا گیا ۳ پر ۳/۲ ہے اور
یہ نسبت ۲ ا و ۳ کی ہے اسکے بالعکس ۳ تقسیم کیا گیا ۲ ا پر ۳/۲ ہے یہی نسبت ۳ و ۲ ا کی ہے -
مثلث قائم الزاویہ میں کسی ضلع کی نسبت وتر کے ساتھ اس طرح معلوم ہوتی ہے کہ اس ضلع
کو وتر پر تقسیم کریں پس اس نسبت کا نام جیب اس زاویہ کی ہے جو ضلع کا مقابل ہو اسی لئے
شکل (ص) میں مثلث قائم الزاویہ ی ے م میں نسبت ے م کو وتر ی م کے ساتھ حقیقت میں
جیب زاویہ ی کی ہے - اور وہ کسر کی صورت $\frac{ے م}{ی م}$ میں بیان ہوتی ہے اسی طرح خط ن ع اور
ی ن کی نسبت کسر کی صورت $\frac{ن ع}{ی ن}$ سے تعبیر ہوتی ہے - یہ کسریں زاویہ ی کی جیبیں موافق
اپنی نظیر کے ہیں خواہ ی م اور ی ن کا کچھ ہی طول ہو - خاص صورتوں میں جب ان خطوں کو
واحد مان لیں تو $\frac{م ے}{۱}$ اور $\frac{ن ع}{۱}$ کسریں ہونگی یعنی م ے اور ن ع جیبیں زاویوں کی
اپنی نظیر کے موافق ہو جائینگی ؎

(چھ) اب سیدھا سادہ مگر بہت مضبوط ثبوت اس قانون انکسار کا یوں سمجھ سکتے ہیں کہ
م ل ج ر ک ایک ظرف ہے جسکے اطراف متوازی شیشوں کی ہیں اور انکا ایک سرا م ل غیر شفاف ہے
اور ا پر شمع رکھی ہوئی اپنی روشنی ظرف پر ڈالتی ہے - م سرے کا سایہ پڑتا ہے اور ی تک
پہنچتا ہے - اب ظرف کو پانی سے بھر دو تو روشنی کے انکسار کے سبب سے جو اس



نقطہ سے شروع ہوتا
ہے کہ جسپر پانی کو
روشنی چھوتی ہے سایہ پیچھے ہٹ کر ھ پر پہنچتا ہے ی زاویہ جو م ی اور م ل کے درمیان گھیرتا ہے
برابر ہے زاویہ اتصال لا کے تو بموجب وہ مذکورہ بالا لا کی جیب $\frac{ل ی}{م ی}$ ہے اور زاویہ انکسار
ر کی جیب $\frac{ل ھ}{م ھ}$ ہے - یہ سب خطوط کیا ناپ سکتی ہیں یا انکا حساب ہو سکتا ہے جب وہ اسطرح دریافت
ہو جائیں اور حقیقت میں تقسیم کئے جائیں تو یہ ہمیشہ تحقیق ہوگا کہ خارج قسمتوں $\frac{ل ی}{م ی}$ اور $\frac{ل ھ}{م ھ}$ میں
ہمیشہ مستقل نسبت باہم ہے خواہ ا سے روشنی نکل کر سطح آب پر کسی زاویہ پر ٹکرائے - پانی کی صورت میں یہ نسبت

$\frac{4}{3}$ ہے جو کسر اعشاریہ کی صورت میں ۱ء۳۳۳ یا زیادہ صحیح ۱ء۳۳۶ ہے۔

(سات) جب ہوا میں سے روشنی پانی میں جائے گی تو شعاع منکسر عمود کی جانب خمیدہ ہوگی۔ گو علی العموم جب روشنی لطیف وسیط سے کثیف وسیط میں جائے۔ تو یہی ہوتا ہے کہ شعاع منکسر عمود کی جانب مائل ہوتی ہے مگر ہمیشہ یہ نہیں مستثنیٰ صورتیں بھی اسکی ہیں کہ جنکا بیان آگے آئیگا۔

(آٹھ) تمام علم مناظر میں اصول عکس صحیح ہوتا ہے سو یہاں بھی اس اصول کی توضیح کی جاتی ہے جب پانی سے ہوا میں روشنی گذرتی ہے تو وہ عمود سے پرے ہٹتی ہے۔ حقیقت میں وہ اپنی راہ کو معکوس پہلے کی نسبت کرتی ہے۔ اگر ہم پانی کی جگہ سرکہ رکھیں تو نسبت ۱ء۳۴۴ ہوگی اور اگر برانڈی رکھیں تو نسبت ۱ء۳۶۰ ہوگی اور سپرٹ وائن رکھیں تو نسبت ۱ء۳۷۴ ہوگی۔ اگر روغن بادام یا روغن زیتون رکھیں تو ۱ء۴۷۰ نسبت ہوگی اور اگر سپرٹ تارپن ٹائن رکھیں تو ۱ء۶۰۵ نسبت ہوگی اور اگر روغن تلخ بادام ہو تو نسبت ۱ء۴۷۱ ہوگی۔ اور اگر بائی سلفائڈ کاربن ہو تو ۱ء۶۷۸ نسبت ہوگی اور اگر فوسفورس ہو تو ۲ء۲۲۴ نسبت ہوگی +

(نو) یہ اعداد انکسار نما مختلف اشیاء مذکورہ کے ہیں انمیں سے ہر ایک پانی کی نسبت زیادہ زور سے انکسار کرتا ہے۔ یہ ایک عجیب بات لکھنے کے قابل ہے کہ سوائے سرکہ کے سب اشیا سوزش پذیر ہیں + نیوٹن صاحب نے اشیا کی کثافت پر خیال کر کے عام قاعدہ نکالا تھا کہ کثیف اشیا زیادہ زور سے روشنی کو منکسر کرتی ہیں اور یہ دیکھ کر کے ہیرے میں کسر نما کی پیمائش عدد ۲ء۴۳۹ تک پہنچی ہے انھوں نے اُسکی نسبت یہ پیشینگوئی کی تھی کہ ہیرے کی سرشت سوزش پذیری۔ چنانچہ نیوٹن صاحب کی یہ پیشینگوئی پوری ہوئی کہ زمانہ حال کی علم کیمیا میں ہیرے کی سوزش پذیری کا تجربہ اکثر ہوتا ہے۔

(دس) تم کو یہ اطلاع ہونی بھی ضرور ہے کہ پانی کی نسبت سپرٹ تارپن ٹائن

زیادہ انکسار ضیا کرتی ہے حالانکہ سپرٹ کی کثافت پانی کی کثافت سے نسبت ۸۰۰،
و.... اکی رکھتی ہے۔ جب ایک شعاع ترچھی سپرٹ تارپن ٹائن سے نکل کر پانی میں
گذرے گی تو وہ عمود سے پرے ہٹے گی گو وہ ایک لطیف وسیط سے کثیف وسیط میں
گذرتی ہے اور جب ایک شعاع ترچھی پانی سے نکل کر سپرٹ تارپن ٹائن میں گذرے
گی تو وہ عمود کی طرف جائے گی گو وہ ایک کثیف وسیط سے لطیف وسیط میں گذرتی ہے
اسلیئے ہم نے اس انکسار کے ساتھ اوپر (۲) میں یہ لفظ لکھا ہے کہ ہمیشہ نہیں۔

(گیارہ ۱۱)۔ اگر روشنی کی شعاع ایک کا سر بلیٹ (پترے) میں جنکی سطوح متوازی ہوں یا بہت سے کا سر پتروں میں جنکی سطوح متوازی ہوں گذر کر پھر اوسی وسیط میں آجائے جس وسیط سے وہ گئی تھی تو وہ اپنی اصلی سمت پر بحال ہو جاتی ہے۔ یہ موافق اسی اصول عامہ عکس کے ہے +

(بارہ ۱۲) ایک کا سر جسم میں یا بہت سے کا سر جسموں میں روشنی کم از کم وقت میں گذر جاتی ہے جسکے معنی یہ ہیں کہ مختلف وسائط میں جو روشنی کو رفتار دی جاتی ہے تو جو راہ اپنے لئے اختیار کرتی ہے یعنی جو انکسار سے راہ اسکے لئے پیدا ہوتی ہے اُسسے وہ اپنے سفر کو حتی الامکان جلد ختم کر لیتی ہے +

(تیرہ ۱۳) انکسار ضیاء کے سبب سے پانی ہمیشہ کم عمق نظر آتا ہے اور کوئی شفاف پلیٹ (پترا) کسی قسم کا بہ نسبت اصلی موٹائی کے پتلا نظر آتا ہے۔ اسی سبب سے مکعب گلاس کی تہ اونچی پانی بھرنے سے دکھائی دیتی ہے +

(چودہ ۱۴) اب اس بات کو سمجھو کہ پانی کیوں کم عمق نظر آتا ہے۔ تم اسکے عمق کے کسی نقطہ پر خوب توجہ کرو اور یہ مان لو کہ خط نظر جو اس نقطہ اور آنکھ کے درمیان ہے وہ عمود سطح آب پر ہے۔ اس نقطہ سے جتنی شعاعیں نکلتی ہیں اُن میں وہ شعاعیں جو عمود نکلتی ہے بغیر انکسار کے آنکھ میں داخل ہوتی ہیں اور وہ شعاعیں جو پانی کے اندر

عمود کے قریب باہر نکلتے ہیں وہ انکسار کے سبب سے منفرج ہوتی ہیں پیچھے کی طرف
جو یہ منفرج شعاعیں پیدا ہوتی ہیں وہ پانی کی اصل تہ سے اوپر تقاطع کرتی
ہیں تو اس نقطہ پر تہ نظر آتی ہے۔

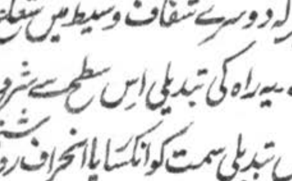
(پندرہ ۱۵) اگر پانی کو ترچھی نگاہ سے دیکھو گے تو پانی کا عمق اور بھی کم نظر آئیگا۔

(سولہ ۱۶) اِس تہ کے بلند ہونے کے سبب سے اگر ایک سنٹی کو پانی میں ڈبو تو
وہ سطح آب پر عمود سے پرے خمیدہ نظر آئے گی — یہی سبب ہے کہ ایک ظرف
کی تہ میں کوئی چیز نظر نہیں آتی وہ پانی ڈالنے سے نظر آنے لگتی ہے +

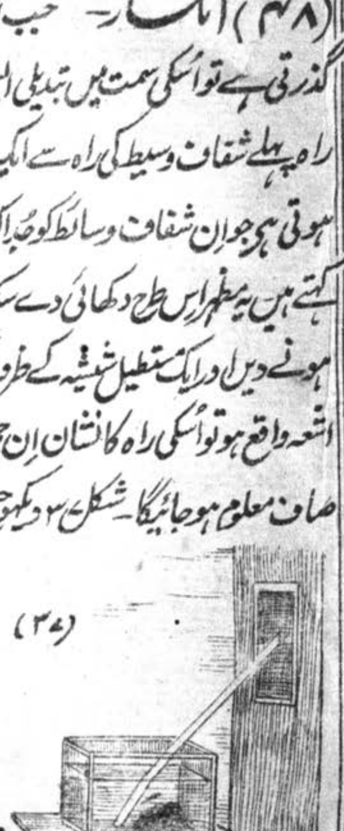
(۴۸) **انکسار** — جب ایک شفاف وسیط سے دوسرے شفاف وسیط میں ایک شعاع
گذرتی ہے تو اُسکی سمت میں تبدیلی ایسی واقع ہوتی ہے کہ دوسرے شفاف وسیط میں شعاع کی
راہ پہلے شفاف وسیط کی راہ سے ایک زاویہ بناتی ہے۔ یہ راہ کی تبدیلی اس سطح سے شروع
ہوتی ہے جو ان شفاف وسائط کو جدا کرتی ہیں۔ پس اس تبدیلی سمت کو انکسار یا انحراف روشنی
کہتے ہیں۔ یہ مظہر اس طرح دکھائی دے سکتا ہے کہ ایک تاریک کمرہ میں آفتاب کے مجموعہ اشعہ کو داخل
ہونے دیں اور ایک مستطیل شیشہ کے ظرف کو پانی سے بھر کر اس طرح رکھیں کہ اُسکی سطح پر مجموعہ
اشعہ واقع ہو تو اُسکی راہ کا نشان اِن چھوٹے ذرات مادی کے چمکنے سے جو اُسکی راہ میں آئینگے
صاف معلوم ہو جائیگا۔ شکل ۳۷ دیکھو جسمیں اُسکی راہ پانی کے اندر اور باہر بنی ہوئی ہے

سکہ کا تجربہ پانی کے برتن میں

(۳۸)



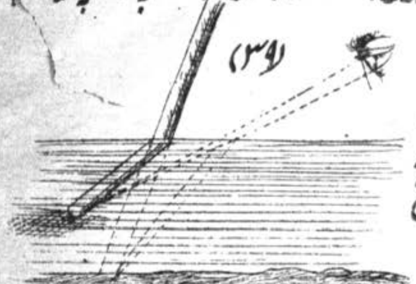
(۳۷)



۳۷ انکسار روشنی کا تجربہ یہ نہایت مشہور ہے

شکل ۳۸ دیکھو۔ ایک ظرف ہے جسکے اطراف شفاف ہیں

اور اُسکی تہ میں سکہ م ن رکھا ہوا ہے اور ظرف کے ایک طرف سے ناظر اتنا پرے ہٹتا جاتا ہے کہ اُسکی نظر سے سکہ مخفی ہوجاتا ہے جسکے معنی یہ ہیں کہ شکل میں خط م ا ٹھیک اُسکی آنکھہ سے بالا جاتا ہے۔ اب ظرف میں پانی کو ایسی احتیاط سے بھرو کہ کہیں سکہ اپنی جگہہ سے نہ سرک جائے تو ظرف کی تہ اوپر اُٹھتی ہوئی نمایاں ہوگی اور سکہ دکھائی دینے لگے گا بس اس سے معلوم ہوا کہ ناظر کی آنکھہ میں م سے شعاعوں کی پنسل داخل ہوگئی ہوگی حقیقت میں پنسل میں پانی کی سطح بالا پر دفعۃً خمیدگی ہوتی ہے اور اسطح خمیدہ راہ سے وہ آنکھہ میں پہنچتی ہے اور سکہ کو دکھاتی ہے اور روک ا اُسکی سدّ راہ نہیں ہوتی۔ اگر پنسل کے اس حصہ کو جو ہوا میں ہے اپنی طرف میں کھینچیں تو وہ م پر ملیگا اور اسی سبب سے یہ شبیہ م کی ہوگی شکل ۳۸ میں م ٹھیک مقام م کا نہیں بتاتا وہ ذرا بائیں طرف اوپر کو کھینچا گیا ہے +



(۳۹)

شکل ۳۹ میں پانی میں ایک چھڑی کا کچھہ حصہ ترچھا ڈبویا گیا ہے انکسار کے سبب سے جو اُسکی ہیأت شکستہ پیدا ہوتی ہے وہ اس میں بنی ہوئی ہے +

(۴۹) مختلف وسائط کی قوائے انکسار + چھڑی کا پانی میں نظر آنا

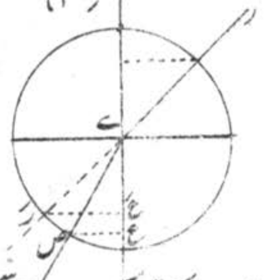
سکہ اور چھڑی کے تجربوں میں جب پانی سے شعاعیں ہوا میں نکلتی ہیں تو وہ نکلنے کے نقطوں پر عمود ط ے ن اور ط ے ن گ سے پرے جاتی ہیں اول تجربہ میں شکل ۳۷ میں برخلاف اس کے جو شعاعیں ہوا سے پانی کے اندر جاتی ہیں تو وہ عمد کے قریب آتی ہیں ہر حالت میں جن راہوں میں شعاعیں جاتی ہیں انھیں راہوں میں مراجعت کرتی ہیں اور جن دو وسائط سے وہ متعلق ہوتی ہیں اُن میں سے جسمیں شعاعیں عمد کے ساتھہ چھوٹا زاویہ بناتی ہیں اُسکو کہتے ہیں کہ وہ قوتِ انکسار زیادہ بہ نسبت دوسرے کے رکھتا ہے یا اُسکو یہ کہتے ہیں کہ وہ اعلیٰ درجہ کا انکسار پیدا کرتا ہے۔ مایعات میں بہ نسبت گاسات کے انکسار کرنے کی قوت زیادہ ہوتی ہے یہ ایک عام قاعدہ ہے (جسمیں بعض مستثنیٰ صورتیں غیر متجانس الاجزا شیئوں کی ہے) کہ دو اشیا اگر

جو زیادہ کثیف ہوگی اس میں انکسار پیدا کرنے کی قوت زیادہ بہ نسبت لطیف شے کے ہوگی علم مناظر میں یہ دستور ہوگیا ہے کہ بجائے اسکے کہ وسیط زیادہ یا کم انکسار کرنے والا کہیں کثیف وسیط اور لطیف وسیط بولتے ہیں +

(۵۰) قوانین انکسار +

انکسار کا قانون کمیت مدتوں تک نہیں معلوم ہوا وہ زمانہ حال میں منکشف ہوا ہے۔ اول اُسکو سینل صاحب نے بیان کیا یہ صاحب ڈچ کے نامور حکیم تھے اور پھر ڈس کارٹیز صاحب نے ایسا مشہور کیا کہ اب وہ انہیں کا ایجاد سمجھا جاتا ہے۔ شکل ۴۰ میں دو وسیطوں کی سطح انفصال ہے ایک شعاع اتصال ر سے ہوا اور بعد انکسار کے اس شعاع کی راہ فرض کرو کہ ص سے ہو نقطہ اتصال سے جو عمد نکالا جائے اُسکے ساتھ جو ر سے زاویہ بنتا ہے اُس کو زاویہ اتصال اور زاویہ جو عمد سے ص بنتا ہے اسکو زاویہ انکسار کہتے ہیں اول قانون

(۴۰)



انکسار یہ ہے کہ سطح انکسار وہی ہے جو سطح اتصال ہے دوم وہ قانون ہے جو ان دو زاویوں کی تعداد کو مربوط کرتا ہے اور جسکو سینل نے دریافت کیا تھا۔ نقطہ اتصال سے کو مرکز بنا کر اسکے گرد ایک دائرہ کھینچو اور جہاں وہ شعاعوں کو قطع کرے وہاں سے عمد پر عمود نکالو تو قانون ایک طرح جیومٹری (علم ہندسہ) کی زبان میں یوں بیان ہو سکتا ہے کہ عمود رع اور ص ع میں نسبت غیر متغیر یعنی مستقل ہوگی دوسری طرح ٹرگنومیٹری (علم مثلث) کی زبان میں یوں کہہ سکتے ہیں کہ زاویہ اتصال اور زاویہ انکسار کی جیوب میں نسبت مستقل غیر متغیر ہوگی۔ اسکو اکثر قانون جیوب کہتے ہیں +

شعاع اپنی اصلی راہ سے جس زاویہ پر انکسار سے ہٹتی ہے اُسکو انحراف کہتے ہیں اگر شعاع اتصال عمودی ہو تو انحراف صفر ہوتا ہے اور یہ انحراف ہمیشہ زاویہ اتصال کے ساتھ زیادہ ہوتا جاتا ہے +

(۵۱) جیوب کے قانون کا ثبوت تجربہ سے



ان قوانین کے ثبوت کی توضیح اس آلہ سے ہوتی ہے جو شعاعوں کے انکسار میں کام آتا ہے اسمیں ایک دائرہ ہے جسکے محیط پر درجے بنے ہوئے ہوتے ہیں (شکل ۴۱) اسکے مرکز پر ایک نصف کرہ کی شکل کا ظرف رکھا ہوتا ہے جسمیں کوئی شے انکسار پیدا کرنے والی بھری ہوتی ہے اور اسکی سطح بالا افقی ہوتی ہے۔ اب فرض کرو کہ درجہ دار دائرہ کے محیط کے ایک وزن س سے د پر پڑتی ہے د شکل کا مرکز ہے تو یہ شعاع جب اس شے میں گذریگی تو منکسر ہوگی مگر جب باہر نکلے گی تو منکسر نہ ہوگی۔ اسلئے کہ شے نصف کرہ ہے جسکا مرکز د ہے پس اسلئے جب شعاع اسی شے میں ہوگی تو وہ نصف قطر بنے گی جو شعاع کی خارج ہونے والی سطح پر عمود ہے اور جو شعاع عمود ہوتی ہے وہ منکسر نہیں ہوتی اسلئے اس شعاع کا دوسرا انکسار نہیں واقع ہوگا۔ اب فرض کرو کہ آنکھ یا کوئی پردہ یا اوٹ اس طرح رکھی جائے کہ اسمیں درجہ دار دائرہ کے محیط پر بمقام ح کو یہ شعاع آئے پس درجہ دار حصہ پر زاویں س د ق اور ی د ح کو پڑھو اور ان کی جیوب تو یہ دریافت ہوگا کہ ان جیوب میں ایک نسبت مستقل غیر متغیر ہے خواہ شعاع اتصال س د کی کوئی جہت ہو۔ اب دوسرا قانون ظاہر ہے کہ شعاع اتصال اور انکسار اس سطح میں ہیں جو عمود سطح بالا پر ہے اسواسطے کہ یہ سطحیں سطح دائرہ میں ہیں یعنی ایک ثاقولی سطح میں اور سطح کا سر افقی ہے۔

(۵۲) اشیا کے انکسار نما +

جب ایک شعاع ایک وسیط سے دوسرے وسیط میں گذرتی ہے تو زاویہ اتصال کی جیب کی نسبت جو زاویہ انکسار کی جیب کے ساتھ ہے اسکو انکسار نما اضافی ایک وسیط سے دوسرے وسیط میں کہتے ہیں یعنی

$$\frac{\text{جیب زاویہ اتصال}}{\text{جیب زاویہ انکسار}} =$$ ایک مقدار مستقل وسیط میں فراغ سے شعاع نکل کر گذرتی ہے تو ہمیشہ

یہ نسبت بڑتی (داخلے) سے ہوتی ہی اُسکو کسر نماء مطلق کہتے ہیں اور کسر نماء اضافی ایک وسیط آ سے دوسرے وسیط ب میں ہمیشہ برابر ہوتا ہی اُس خارج قسمت کے جو ب کے کسر نماء مطلق کو آ کے کسر نماء مطلق پر تقسیم کرنے سے پیدا ہوتا ہے ہوا کا کسر نماء مطلق ایسا کم ہوتا ہے کہ اس کو مایعات وجامدات کے انکسار نماؤں کے مقابلہ کرنے میں فروگذاشت کرتے ہیں مگر ٹھیک بات یہ ہی کہ کوئی شعاع جب کسی ہوا سے کسی شی معلوم میں گذرے تو اُنکے انکسار نماء اضافی کو ہوا کے انکسار نماء مطلق میں ضرب دے لینی چاہیئے تاکہ انکسار مطلق اس شی کا معلوم ہوجائے جو اشیاء زیادہ بکار آمد ہیں اُنکے انکسار نما جدول ذیل میں مندرج ہوتے ہیں +

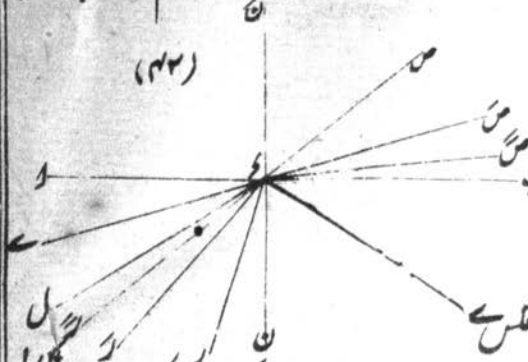
مایعات وجامدات		گاسات	
ہیرا	۲٫۴۴ سے ۲٫۷۵۵ تک	ہائی ڈروجن	۱٫۰۰۰۱۳۸
فوسفورس	۲٫۲۲۴	اکسیجن	۱٫۰۰۰۲۷۲
سلفر (گندک)	۲٫۱۱۵	ہوا	۱٫۰۰۰۲۹۴
ہائی سلفرک کاربن	۱٫۶۷۸	نائی ٹروجن	۱٫۰۰۰۳۰۰
سنگ چقماق (فلنٹ)	۱٫۵۷۵	کاربونک ایسڈ	۱٫۰۰۰۴۴۹
پہاڑی نمک (راک سالٹ)	۱٫۵۵۰	نائٹرک اکسائڈ	۱٫۰۰۰۵۰۳
الکحل	۱٫۳۷۴	اولی فی اینٹ گاز	۱٫۰۰۰۶۷۸
ایتھر	۱٫۳۵۸	کلورائن	۱٫۰۰۰۷۷۲
پانی	۱٫۳۳۶		
برف	۱٫۳۱۰		

(۵۳) زاویہ منتہا یا ممتحن

جیوب کے قانون سے معلوم ہوتا ہی کہ جب شعاع اتصال دو وسائط میں سے ایک ایسے وسیط میں ہوگی جو انکسار کم پیدا کرنے والا ہوتا ہی تو جتنے زاویے اتصال ممکن ہوتے ہیں اُنمیں سے ہر ایک کا

نظیر زاویہ انکسار بھی ہوتا ہے مگر یہ صورت اس حالت میں نہیں ہوتی کہ شعاع اتصال
اِن دو وسائط میں سے اُس وسیط میں ہو کہ زیادہ انکسار پیدا کرنے والا ہو مثلاً شکل ۴۲
میں اشعۂ اتصال ص ر اور ص' ر اور ص'' ر ایسے وسیط میں ہوں جو کم انکسار پیدا کرنیوالا

(۴۲)



ہو تو اُنکے متناظر اشعۂ انکسار
ر ر اور ر ر' اور ر ر'' ہونگی
اور انکسار کی ایک خاص سمت ب
د ل وہ ہوگی جو زاویہ اتصال
۹۰ کے مطابق ہوگی اور اسکے و بالعکس ہے

اگر اشعۂ اتصال ر د اور ر' د اور ر'' د ایسے وسیط میں ہیں جو زیادہ انکسار پیدا کرتا ہے تو اُنکا انکسار
سمتوں د ص اور د ص' اور د ص'' میں ہوگا اور شعاع اتصال د ل سمت د ب میں نکلیگی جو سطح
بالا مو حدبہ پر منطبق ہے - زاویہ ل د ن کو زاویہ ممتحن یا منتہا کہتے ہیں اور اسکا حساب جیب اضافی
انکسار نما معلوم ہو تو آسانی سے ہو سکتا ہے +
فرض کرو کہ یہ انکسار نما س ہے (شعاع اتصال ایسے وسیط میں ہے جو کم کا سر ہے) تو یہ حاصل ہوگا
کہ جیب ۹۰ / جیب لہ = س پس جیب لہ = ۱/س پس زاویہ منتہا کی جیب متکافی انکسار نما کی ہوتی ہے،
جب وسائط ہوا و پانی ہوں تو یہ زاویہ ۴۸° .۳۵ کے قریب ہوتا ہے - اگر ایک شعاع اتصال ایسے
ر ا ایک زاویہ بڑا زاویہ منتہا سے بنائے اور ایسے وسیط میں ہو جو زیادہ انکسار پیدا کرتا،
تو قانون جیوب بیکار ہے اور تجربہ سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ ایسی شعاع میں اندرونی انعکاس
سمت د ے میں ہوتا ہے - زاویہ اتصال برابر زاویہ انعکاس کے ہوتا ہے ایسی حالتوں
میں انعکاس کامل ہوتا ہے اور اسکا نام انعکاس تام ہے - انعکاس تام جب واقع ہوتا ہے کہ
اشعۂ اتصال ایسے وسیط میں ہوں کہ زیادہ انکسار پیدا کرتا ہے اور زاویہ اتصال
زاویہ منتہا سے بڑا بناتا ہے

اندرونی انعکاس تام۔

ایک وسیط کاسر کی سطح بالا پر فرض کرو کہ ایک شعاع روشنی کی بہت ہی ترچھی پڑتی ہے گویا تقریبًا ۹۰° کا زاویہ عمد سے بناتی ہے اور کسی شی کا انکسار نما ۲ ہے تو بتاؤ بعد انکسار کے شعاع کی راہ کیا ہوگی؟ جواب یہ کہ شی کا انکسار نما = ۲ جسمیں شعاع اِس وضع سے داخل ہوئی ہے تو اِسکے زاویہ اتصال کی جیب = ۱ اسلئے زاویہ انعکاس کی جیب ½ ہوگی کیونکہ ½ = ۲ جسکے معنی یہ ہیں کہ شعاع انکسار عمد کے ساتھ جو زاویہ بنائینگے = ۳۰° اِسلئے کہ جیب ۳۰° = ½ اسواسطے اِس شی میں جتنی شعاعوں کا گذر ناممکن ہے وہ بعد انکسار کے ایک ایسی مخروط میں سب بھینگے کہ جسکے اضلاع عمد کے گرد زاویہ برابر ۳۰° کے بنائینگے۔ اس سے معلوم ہوا کہ ایسے وسیط میں شعاع عمد کے ساتھ ۳۰° کا زاویہ بناتی ہے یعنی شعاعوں کے اندرونی مخروط کا ایک ضلع جو شعاع بناتی ہے وہ فراغ میں سطح وسیط کو لگتی ہوئی نکلے گی۔ اب یہ بتاؤ جو شعاع کہ اس مخروط میں نہیں داخل ہوتی وہ اسی وسیط میں گذرتی ہے اور زاویہ ۳۰° سے بڑا عمد کے ساتھ بناتی ہے اور اسیواسطے اسکی جیب ½ سے بڑی ہوتی ہے اسکا کیا حال ہوگا ظاہر ہے کہ اگر وہ باہر نکلے تو جیوب کی نسبت اور ۲ کی وہ قائم نہیں رکھہ سکتی۔ اسواسطے کہ واحد سے بڑی کوئی جیب نہیں ہوتی پس ایسی حالتوں میں شعاع وسیط سے بالکل باہر نہیں نکل سکتی۔ مگر ہاں اسمیں اندرونی انعکاس تام ہوگا تمام وسائط کے لئے ایک زاویہ اس قسم کا ہوتا ہے جس سے بڑی شعاعیں باہر فراغ میں نہیں نکلتیں بلکہ انمیں انعکاس تام سطح بالا سے ہوتا ہے۔ اِس قسم کے زاویہ کو زاویہ تحتی یا منتہا کہتے ہیں

شفاف اشیا کی اختلاط سے غیر شفافی

(۱) انکسار کے ساتھ ہمیشہ انعکاس رہتا ہے۔ اگر انمیں سے ایک معدوم ہوجائے تو دوسرا بھی اُسکے ساتھ معدوم ہوجائیگا۔ ایک جسم جامد مایع میں ڈبویا جائے جسکا انکسار نما وہی ہو جو جسم جامد کا ہے تو وہ غائب ہوجائیگا اور مایع کا ایک حصہ ہم جثہ اسکا معلوم ہوگا۔ مگر جب ایک وسیط سے دوسرے وسیط میں جنکے انکسار نما مختلف ہوں روشنی گذرتی ہے تو ہمیشہ منعکس ہوتی

اور یہ انعکاس اتنی دفعہ مکرر ہوتا ہے کہ دو شفاف اشیا کا اختلاط عملاً روشنی کو دشوار
گذار بنا دیتا ہے۔ ہوا اور پانی کی سطوح محدود میں جو انعکاس کی کثرت تکرر ہوتی ہے
اس سبب سے جھاگ غیر شفاف ہو جاتے ہیں۔ اس انعکاس کی کثرت تکرار سے نہایت سیاہ بادلوں
میں تاریکی روشنی مرسلہ کے کم ہونے سے پیدا ہوتی ہے۔ اس سے معلوم ہوا کہ انکی
سفیدی شعاع کی انعکاس سے معلوم ہوتی ہے۔ اسی کے مشابہ سبب سے نمک طعام میں سفیدی
اور روشنی کی دشوار گذاری ہوتی ہے۔ اور اجسام شفاف جب چورا چورا کئے جاتے ہیں
تو انمیں بھی غیر شفافی اسی سبب سے پیدا ہوتی ہے۔ افراد ذرات میں روشنی آزادانہ گذر جاتی
ہے۔ مگر انکی سطوح سے جو انعکاس ہوتے ہیں وہ اتنے متعدد ہوتے ہیں کہ روشنی پہلے اس سے
کہ چورے کی عمق میں پہونچے ضایع ہو جاتی ہے۔

لکھنے کا کاغذ جو سفید نظر آتا ہے زیادہ تر اسکا سبب یہی ہے کہ وہ شفاف فائبروں کا ایک جالا
ہوتا ہے وہ تماس علم مناظر کے موافق نہیں رکھتے اور وہ بار بار انعکاس کر کے روشنی کو رد کرتے
ہیں لیکن اگر فائبروں کے درمیان خالی جگہیں ایسی چیز سے پر کی جائیں جسکا انکسار نما وہی ہو
جو خود فائبروں کا ہے تو انکی سطوح محدود میں انعکاس موقوف ہو جائیگا اور کاغذ شفاف ہو جائیگا
ٹریسنگ پیپر جسکو انجنیر کام میں لاتے ہیں اسمیں یہی حکمت ہے اُسکو ایک قسم کے تیل سے چکنا کر دیتے
ہیں جس سے میپ اور ڈرائنگ کی خطوط آسانی سے نقل ہونے لگتے ہیں۔ کاغذ کی شفافی کو
پانی زیادہ کرتا ہے مگر سفید رومال کو وہ تاریک کرتا ہے مگر اسکا انکسار نما ایسا کمتر ہے کہ وہ دونوں
میں کسی اعلیٰ درجہ کی شفافی نہیں پیدا کر سکتا۔ لیکن وہ بعض معدنیات کو جو غیر شفاف
ہوتے ہیں چمکدار بنا دیتا ہے +

(۳) جتنا کہ انکسار نما برتر ہو گا اتنا ہی انعکاس نمایاں ہو گا۔ مثلاً پانی کا انکسار نما ۳۳ء۱
ہے اور گلاس کا انکسار نما ۵ء۱ ہے۔ اسی سبب سے پانی اور گلاس سے روشنی کی مختلف مقدار منعکس
ہوتی ہے جسکا بیان اوپر ہوا ہے ہیرے میں جو یہ چمک دمک ہے اس کا سبب یہی ہے کہ اس ہیرے

انکسار کی بڑی قوت ہے +

انعکاس کلّی

ہم نے اوپر لکھا ہے کہ جب ہوا سے روشنی پانی میں داخل ہوتی ہے تو شعاع منکسر عمود کی طرف خمیدہ ہوتی ہے اور جب پانی سے نکل شعاع ہوا میں آتی ہے تو وہ عمود سے پرے جاتی ہے۔

(۱) جب ہوا سے پانی میں شعاع کے جانے کا زاویہ اتصال ۹۰° ہو جسکے معنی یہ ہیں کہ پانی میں شعاع داخل ہونے سے پہلے اُسکی سطح سے لگتے ہوئے گذری ہو تو زاویہ انعکاس ۴۸½° ہوتا ہے اب اُسکے بالعکس جب پانی سے نکل کر ہوا میں آئے تو وہ سطح پر زاویہ ۴۸½° کا نکلنے کے وقت بنائیگی گویا کہ سطح آب سے لگتی ہوئی جائیگی +

(۲) پانی کے اندر سطح آب کے عمود کے ساتھ جو شعاع زاویہ بناتی ہے اگر وہ ۴۸½° سے بڑا ہو تو پانی کو شعاع نہیں چھوڑے گی وہ بالکل سطح آب پر منعکس ہوگی

(۳) وہ زاویہ جو اس حد کو تبلاتا ہے کہ جس سے انعکاس تام شروع ہوتا ہے اس کو وسیط کا زاویہ منتہا کہتے ہیں پانی کے لئے یہ زاویہ منتہا ۴۸½° ہے۔ فلنٹ گلاس کے لئے ۳۸° ۴۱' ہیرے کے لئے ۲۳° ۴۲' اسکا مطلب یہ ہے کہ اگر ایک بنڈل شعاعوں کا ہو جو قوسی حیز ۹۰° کا گھیرتا ہو تو وہ پانی کے اندر جا کر ایسا بھیجے گا کہ قوسی حیز ۴۸° ۲۷' گھیریگا اور ہیرے کے اندر بھیجا یا ضغطہ ۹۰° سے ۲۳° ۴۲' تک ہے

(۴) اگر ٹھیرے ہوئے پانی کے اندر آنکھ ہو تو پانی کے کنارے اوپر اٹھتے ہوئے معلوم ہونگے مچھلی اشیا کو اس طرح دیکھتی ہے کہ گویا وہ ایک مدور سوراخ سے دیکھتی ہے جسکا قطر تقریباً ۹۰° (دو چند ۴۸° ۲۷') اسکے سر پر ہے۔ افق سے نیچے تمام اشیا حیز میں دکھائی دینگی اور اُفق کے قریب وہ بہت بگڑی اور سکڑی ہوئی قد و قامت میں دکھائی دینگی خصوصاً ارتفاع میں اس دائرہ کی حدود سے پرے پانی کی تہ دکھائی دیگی جسکا انعکاس تام ہوگا اور ایسی روشن نظر آئے گی گویا وہی خود بلا واسطہ آنکھوں کے سامنے آئی ہے۔

(۵) اسی طرح کا اثر کرہ ہوا میں دکھائی دیتا ہے۔ مداروں برابر نہیں ہوتا تو آفتاب اور ماہ طلوع

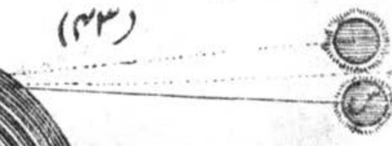
وغروب کے وقت کچھ تھوڑا اسا چپٹا پن اپنا دکھاتے ہیں +

(۶) **تجربہ سے توضیحات** - پانی پینے کے گلاس میں ایک اٹھنی ڈال دو اور اس کو اتنا پانی ڈال کر ڈھک دو کہ جسکا عمق ایک انچ ہو اور پھر گلاس کو اتنا ترچھا کرو کہ سطح پر اتصال کا ترچھا پن ضروری حاصل ہو - اب اگر اوپر کی طرف سطح آب سے دیکھو گے اٹھنی کی شبیہ چمکتی ہوئی دکھائی دے گی اور جو ملکہ انعکاس تام ہوگا تو یہ شبیہ ایسی چمکدار ہوگی جیسی خود اٹھنی گلاس میں اگر کچھ مناسب طرح سے ڈبوئیں تو انعکاس تام سے اسکی شبیہ بن جائیگی جو کچھ اوپر لکھا ہے اسکو طلبہ خوب یاد کرلیں جو باتیں اوپر بالاجمال بیان کی گئی ہیں وہ بالتفصیل نیچے لکھی ہیں

انکسار شعاع کے مختلف اثر -

مختلف مظہرات کا تماشا انکسار ضیائی دکھلاتا ہے اسکا ایک اثر یہ ہے کہ وہ آنکھ کو یوں دھوکا دیتا ہے کہ چیزوں کو وہاں دکھاتا ہے جہاں درحقیقت وہ نہیں ہوتیں مثلاً تالاب میں مچھلی کو وہاں نہیں دیکھتے جہاں وہ حقیقت میں ہوتی ہے بلکہ اسے کچھ اونچی نظر آتی ہے اسکا حال ایسا ہی جیسا کہ دفعہ ۲۸ میں سکے کا بیان ہوا - اسی وجہ سے ہم یہ مظہر دیکھتے ہیں کہ دریا اور تالاب کی تہوں کو انکی اصلی مقامات سے اونچا دیکھتے ہیں - یہی سبب ہے کہ ہم نے پانی میں چھڑی کو آدھا ڈبو کر اسکا شکستہ ہونا دفعہ ۲۸ میں دکھلایا ہے کہ اسکا آدھا حصہ جو پانی سے باہر ہے وہ اپنے حقیقی مقام پر نظر آتا ہے اور وہ آدھا حصہ جو پانی میں ڈوبا ہوا ہے وہ اپنے اصلی مقام سے اوپر اٹھا ہوا دکھائی دیتا ہے جس سے چھڑی سطح آب سے شکستہ و ٹوٹی ہوئی دکھائی دیتی ہے - یہی

(۴۳)

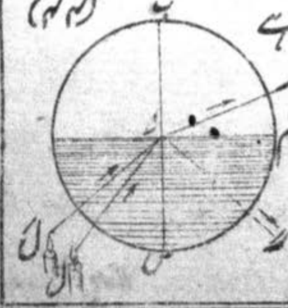
انکسار ضیائی کا سبب ہے کہ ستارے افق پر طلوع ہونے سے پہلے اور افق سے نیچے غروب ہونے کے بعد دکھائی دیتے ہیں - اب اس مظہر کی توجیہ کے لئے فرض کرو کہ کرہ ہوائیہ ایسے تووں میں منقسم

کہ وہ کرۂ زمین کی متوازی ہیں جیسے کہ شکل ۴۳ میں بنے ہوئے ہیں چونکہ ہوا کے اوپر کے تہ زمین
نیچے کی تہوں کو دباتی ہیں اسلئے نیچے کے تہیں بہ نسبت اوپر کی تہوں کے زیادہ کثیف
ہیں اور بموجب دفعہ ۴۹ انہیں روشنی زیادہ انکسار پذیر ہوگی۔ ہوا کی قوت انکسار اسکی
کثافت کے ساتھ بڑھتی جاتی ہے جتنی وہ کثیف ہوتی جاتی ہے اتنی اُس کی قوت انکسار
کی افزائش ہوتی ہے۔ کرہ ہوائیہ میں آفتاب کی شعاعیں جو داخل ہوتی ہیں ہوا کے ایک تہ
سے دوسری تہ میں ایک ہی سمت میں منکسر ہوتی جاتی ہیں تو اُن کی راہ بجائے خط مستقیم میں
ہونے کے خط منحنی میں ہوتی ہے۔ پس جب افق ﮦﮦ سے سورج نیچے ہوتا ہے تو وہ اس
ناظر کو جو بمقام ر کھڑا ہو کر دیکھے گا افق سے اتنا بلند دکھائی دیگا کہ اُسکی بلندی اکثر آفتاب
کے قطر ظاہری کی برابر ہوگی +

(۵۵) انکسار کی تبدیلی انعکاس میں +

اگرچہ یہ وہی مضمون ہے جو پہلے زاویہ منتہا کے عنوان میں بیان ہو چکا ہے مگر اب ہم ایک اور
پیرایہ میں اُسے بیان کرتے ہیں جب روشنی ایک وسیط سے نکل کر ایسے دوسری وسیط میں جاتی ہے
جو پہلے کی نسبت زیادہ کاسر ہوتا ہے مثلاً ہوا سے پانی میں تو شعاع منکسر کا کوئی مانع نہیں ہوتا
کہ وہ عمود کے قریب جا کر ایک نیا اور یہ چھوٹا زاویہ اتصال سے بنائے لیکن اگر اُس کے بالعکس دوسرا
وسیط بہ نسبت اول وسیط کے کاسر کم ہو تو اِس صورت میں اشعہ منکسر عمود سے بعید زاویہ بنائینگے
اور اُس کے انحراف کی ایک حد معین ہوگی جسکے پرے انکسار ناممکن ہوگا۔ اِس مضمون کو اچھی
طرح سمجھنے کے لئے ایک خالی گلاس کروی شکل کا آدھا پانی سے بھر و (شکل ۴۴) میں فرض کرو کہ

(۴۴)



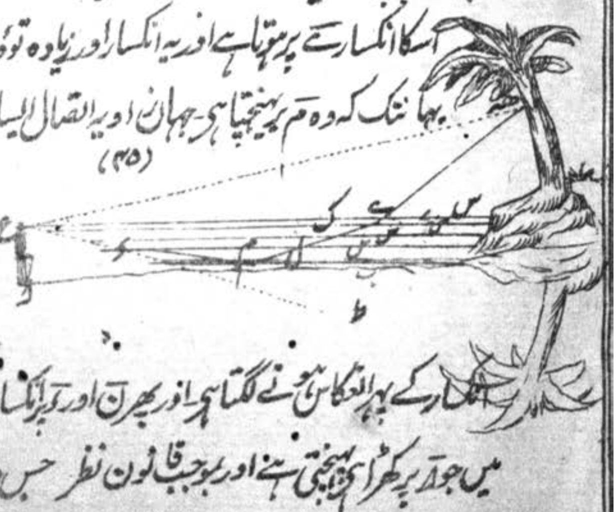
ایک شعاع ضیاء کی ر پانی کے اندر بغیر انکسار داخل ہوتی ہے
اور یہ صورت جب واقع ہوگی کہ یہ شعاع اس نہایت چھوٹی
سطح پر زاوئے قائمے بناتی ہوئی داخل ہو جو ہمیشہ اِس
نقطہ پر خیال کر لی جاتی ہے جسپر وہ داخل ہوتی ہے

ایسی شعاع پانی سے ہوا میں نکل کر اور پر منکسر ہوتی ہے اور عمد ب اس سے سمت ا ر میں منفرج ہوتی ہے اب یون خیال کرو کہ جسم روشن بتدریج اس سے آگے سرکتا جاتا ہے تو جیسا زاویہ اتصال س ا ل زیادہ ہوتا جاتا ہے ایسا ہی زاویہ انکسار ب ا ر بھی بڑھتا جاتا ہے پس زاویہ س ا ل کی مقدار ایسی ہوسکتی ہے کہ پانی میں جب شعاع غرق ہوکر نکلے تو وہ سطح آب ا م کے متوازی ہو ایسی حالت میں زاویہ اتصال متناظر اس زاویہ انکسار کے ہوگا جو اپنی حد غایت پر پہنچ گیا ہے پس جب زاویہ اتصال اسے بڑا ہوگا تو اسکا زاویہ انکسار بڑا زاویہ ب ا م سے ہونا چاہئے اسلئے روشنی کی سمت ا م کے نیچے ایسی ہوگی جیسے کہ ا ر ہے پس ایسی حالت میں روشنی کا انکسار نہیں ہوگا اسلئے کہ پانی کے اندر روشنی چلتی ہے اور اپنے وسیط کو نہیں بدلتی پھر انکسار کیون ہونے لگا اگر شعاع اتصال ل ا سے تعبیر ہو اور زاویے ل ا س اور س ا ر نا پیں تو وہ آپسمیں بالکل برابر ہونگے جس سے ثابت ہوگا کہ نقطہ ا پر معمولی قوانین انعکاس کے موافق روشنی کا انعکاس ہوا ہے پس اس قسم کے انعکاس کو جو اس سطح پر ہوتا ہے کہ دو وسائط کو آپس سے جدا کرتی ہے انعکاس اندرونی یا انعکاس کامل کہتے ہیں۔ انعکاس کامل کی وجہ تسمیہ یہ ہے کہ اسمیں کل روشنی منعکس ہوتی ہے جو اس حالت میں بھی نہیں ہوتی کہ مرر نہایت مصفا و شفاف ہو تا ہے یہ مظہر اکثر یوں نظر آتا ہے کہ ایک چاندی کا چمچہ ایک پانی کے گلاس میں رکھا جاوے اور آنکھ سے اونچا یہ گلاس اٹھایا جائے تو پانی کی سطح بالا بہ نسبت چاندی کے مجلا چمچے کے زیادہ روشن دکھائی دے گی اور چمچہ کے ایک حصہ کی شبیہ اسکے اندر ایسی بنے گی جیسے کہ مرر میں بنتی ہے جن حوضوں میں پانی بھرا ہوا ور اس کے اندر آبی جانور رہتے ہوں تو وہ بھی اس طرح کا تماشا دکھاتے ہیں

(۵۶) سراب۔ میراز۔ ہم اپنی زبان میں سراب کے معنی ایک جھوٹی نمائش آب کے جانتے ہیں جو مسافروں کو ریگستانی زمینوں میں نظر آتا ہے کہ کوئی تالاب یا دریا ہے اور جب اس پاس جاتے ہیں تو وہ خالی نمائش آب ہوتی ہے اور پانی وہاں نہیں ہوتا لیکن جس لفظ میراز کا ترجمہ ہم سراب کرتے ہیں اُسکے معنی یہ ہیں کہ وہ ایک نظر کا دھوکا ہے جسکے سبب سے ہم کو دور کی چیزوں کی معکوس

شبیہیں کبھی ہمواری زمین سے نیچے کبھی اس سے اوپر کرہ ہوائیہ میں نظر آتی ہیں گرم ملکوں میں یہ مظہر زیادہ تر نظر آتا ہے۔ خاص کر ملک مصر میں وہاں کی زمین کی صورت ایسی دکھائی دیتی ہے کہ کوئی تالاب ہے جسکا پانی ٹھہرا ہی اور اسمیں ہمسایہ کے درختوں اور دیہات کا انعکاس ہوتا ہے اگرچہ قدیم زمانہ میں بھی اس مظہر پر علم تھا مگر اس کی توجیہ مونج صاحب نے کی جو نپولین بونا پارٹ کے ساتھ ملک مصر کی مہم میں گئے تھے +

یہ سراب انکسار ضیا کا ایک مظہر ہے جو اس طرح پیدا ہوتا ہی کہ جب گرم زمین کو ہوا لگتی ہی تو پھیلتی ہے اور اس کے سبب سے اسکی تہوں میں مختلف کثافت پیدا ہوتی ہی اور کثیف تہیں سب سے نیچے ہوتی ہیں پس ایسی اشیا سے کہ ہمواری زمین سے کچھ مرتفع ہوتی ہیں روشنی کی شعاعیں ہوا کی تہوں میں گذرتی ہیں جنمیں انکسار بہ تدریج کم ہوتا جاتا ہی اسلئے ہم بیان کر آئے ہیں کہ کسی گاس کی قوت انکسار اسکی کثافت کی کمی کے ساتھ کم ہوتی جاتی ہی اور ایک تہ سے دوسری تہ میں وہ زیادہ خمیدہ ہوتی جاتی ہیں ایک خط منحنی میں چلتی ہیں اور انکی نوبت یہانتک پہنچتی ہے کہ بجائے انکسار کے انعکاس اندرونی ہونے لگتا ہی دفعہ ۵ شکل ۴۵ میں ایک کھجور کا درخت بنا ہوا ہی جسکو ایک ناظر آ پر کھڑا ہوا دیکھ رہا ہی اور ہوا کی گرم تہیں حروف س و س ع وغیرہ سے تعبیر ہوئی ہیں اور وہ سطح زمین ب سے تپتی ہیں اور جتنے وہ اوپر چڑھتے ہیں اتنی کثافت میں بڑھتے ہیں روشنی کی شعاع جو ھ سے نکلتی ہی اسکا انکسار ہے پر ہوتا ہے اور یہ انکسار اور زیادہ تہوں کی ل پر ہو جاتا ہے یہانتک کہ وہ م پر پہنچتا ہی جہاں اوپر اتصال ایسا چھوٹا ہوتا ہی کہ بجائے



(۴۵)

انکسار کے بہر انعکاس ہونے لگتا ہی اور پھر ن اور ٹر پر انکسار ہو کر وہ ناظر کی آنکھ میں جو آ پر کھڑا ہی پہنچتی ہے اور بموجب قانون نظر جس درجت سے کہ شعاع نکلی تھی

وہ خط ع ء ط کی سمت میں معکوس نظر آئیگا اور ناظر کو یہ معلوم ہوگا کہ درخت کی پوری شبیہ منعکس ہوکر میری آنکھ میں ایسی آئی جیسی کہ ہموار سطح آب سے منعکس ہوکر آتی ہے ملاح اور جہاز ران بعض وقت ہوا میں ساحلوں اور دور کے جہازوں کی شبیہیں دیکھتے ہیں اُن کو فاٹا مورگنا انگریزی میں کہتے ہیں اسکا سبب بھی وہی ہے جو سراب کا ہے مگر وہ جانب متضاد میں واقع ہوتا ہے سمندر کے درجہ حرارت سے ہوا کا درجہ حرارت بڑھا ہوا ہوتا ہے تو کرہ ہوائیہ کی نیچے کی تہوں میں سطح سمندر کی اتصال کے سبب سے زیادہ کثیف بہ نسبت اوپر کی تہوں کے ہونگی - یہ مظاہر مناظر مخصوص گرم اقالیم سے نہیں ہیں بلکہ قطب شمالی کے اضلاع میں بھی بہت دفعہ دکھائی دیے ہیں سکورس بی صاحب نے لکھا ہے کہ گرین لینڈ میں کرہ ہوائیہ کی خاص حالتوں میں پہاڑ اُلٹے نظر آنے لگے اور بالقرینہ انہیں ایسا روشنی کا انکسار ہوا کہ وہ یہ معلوم ہوتے تھے جیسے قلعے مسمار ہوئے ہوتے ہیں ایک دفعہ اُنھوں نے ۱۸۲۲ء میں ساحل پر دیکھا کہ ہوا میں ایک جہاز اُلٹا لٹک رہا ہے اُسکو دوربین سے دیکھا تو اُنکو یہ معلوم ہوا کہ یہ جہاز اُنکے باپ کا ہے جو اسوقت افق کے نیچے تھا یہ رائے اُنکی صحیح نکلی - گرم سطح کے اوپر ہوا میں جو چیزیں سوزاں اُٹھتی ہوئی دکھائی دیتی ہیں اسکا سبب یہی ہے کہ انکسار بے قاعدہ ہوتا ہے جس سے ہمیشہ روشنی کی شعاعوں کی سمتیں بدلتی رہتی ہیں بعض کبھی شعاعوں کے اسطح کے تبدل سے خالی نہیں ہوتی جسکے سبب سے ہیئت دان بڑے حیران و پریشان ہوتے ہیں کیونکہ اُنکو اپنے مشاہدوں کے لیے کرہ ہوائیہ متجانس الاجزا چاہیے

(۱) شمع کی لو - گاس لیمپ شعلہ کے اوپر گرم ہوا کا ستون - گرم سرخ لوہے کے اوپر ہوا کا اُٹھنا - وزنی گاس کا جیسے کہ کاربونک ایسڈ ہے ہوا میں نیچے گرنا - اور ہلکی گاس کا جیسے کہ ہائی دروجن ہے اوپر اُٹھنا - یہ سب اپنے عمل سے کافی شدید روشنی میں اپنے تئیں دکھاتے ہیں جب سفید اوٹ اور ایسی روشنی کے درمیان شفاف گاسیں حائل ہوتی ہیں تو یہ معلوم ہوتا ہے کہ سفید اوٹ پر دھواں انکسار کے سبب سے اُٹھ رہا ہے +

سراب کے اثر کو مصنوعی طور پر ڈاکٹر وولسٹن صاحب نے اسطرح دیکھا کہ ایکبار آگ کے کر دینے کی سلاخ کو کسی نقطہ یا شے کو دس بارہ فیٹ کے فاصلہ پر دیکھا تو اُسکی شبیہ اُلٹی ایک انچ کے تین آٹھویں فاصلہ پر

نظر آئی اور اس فاصلہ کے اندر اور باہر سیدھی شبیہ دکھائی دی +

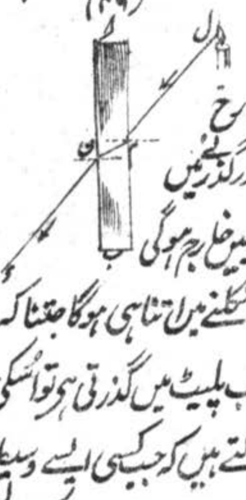
باب چہارم

پرزم (منشور) اور لنز (عدسیہ) کے درمیان انکسا کا اثر

(۵۷) وسیط جسکے رخ متوازی ہوں +

جب کوئی پنسل منور شفاف وسیط میں گذرتی ہی تو اُسکی تین صورتیں خیال کی جاسکتی ہیں اول دو متوازی مستوی سطوح میں وسیط گھرا ہوا ہو۔ دوم۔ دو مستوی سطوح متمائل میں وسیط گھرا ہوا ہو یعنی ایسی مستوی سطوح میں جو ایک دوسرے کے ساتھ زاویہ بناتی ہوں۔ سوم دو منحنی سطوح میں یا ایک سطح مستوی اور دوسری سطح منحنی میں وسیط گھرا ہوا ہو تو سب متشابہ اثر پیدا کرتے ہیں۔

(۴۶)



اول ہم پہلی صورت کا بیان کرتے ہیں۔ فرض کہ شکل ۴۶ میں روشنی کی ایک شعاع ل م شبیہ نے ایک پلیٹ میں جسکے رخ متوازی ہیں نقطہ م پر گذرتی ہی تو ہوا میں سے شیشے کے اندر گذرتے میں شعاع عمود کے قریب ہوگی۔ مگر وہ نقطہ ن پر شیشہ سے ہوا میں خارج ہوگی تو وہ عمود سے پرے ہٹیگی یعنی انحراف کرے گی۔ مگر یہ انحراف نکلنے میں اتنا ہی ہوگا جتنا کہ داخل ہونے کے وقت ہوا تھا۔ پس اس سے یہ معلوم ہوا کہ شعاع جب پلیٹ میں گذرتی ہی تو اُسکی سمت ٹھیک متوازی ل م کے ہوتی ہی پس اس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ جب کسی ایسے وسیط میں جسکے رخ متوازی ہوں روشنی گذرتی ہے تو اس میں انحراف نہیں ہوتا۔ ہمارے دروازوں کے کواڑوں میں شیشے لگے ہوتے ہیں اگر ان میں روشنی گذرے تو اس میں انحراف نہیں ہوگا

(۵۸) **پرزم (منشور) علم مناظر میں**۔ جسم شفاف کا کوئی حصہ جو دو ایسی سطوح کے درمیان واقع ہو کہ وہ متوازی نہ ہوں۔ اسکو پرزم یعنی منشور سمجھ سکتے ہیں جسکے معنی یہ ہیں کہ علم مناظر میں پرزم ایک فانہ ہوتا ہی علم مناظر کے تجربوں کے منشوروں کو جسطرح کام میں

لاتے ہیں ترتیب اور ہیأت اسکی شکل میں بنی ہوئی ہے۔ وہ ایک شیشہ کا ٹکڑا ہوتا ہے جسکے تین پہلو مستوی سطوح سے بنے ہوئے ہیں اور اسکے دوسرے مثلثی متساوی اور متوازی ہوتے ہیں تین خطوط مستقیم جنپر منشور کی دو دو رخوں کی سطحیں آپسمیں ملتی ہیں اُنکو منشور کے کنارے کہتے ہیں اس طرح سے جو شیشہ کا ٹکڑا تراشا جائے وہ کسی محور پر جو اُسکے کنارونکا متوازی ہو گردش کر سکتا ہے اُسکو ایک بیٹھک پر بٹھا دیا ہے اور اُس میں دو جوڑ ایسے لگا دیے ہیں کہ اُسکو جس وضع سے کسی مقام پر رکھنا چاہیں رکھ سکتے ہیں اس منشور میں جو روشنی گذرتی ہے اُسپر وہ عجب اثر کرتا ہے۔ اول اس میں انحراف ضیاء ہوتا ہے۔ دوم انحلال ضیا مختلف قسم کی روشنیوں میں۔ اگرچہ یہ دونو اثر اس میں ساتھ ساتھ ہوتے ہیں مگر ہم اِن میں سے فقط اول کا امتحان کرتے ہیں۔ دوسرے کو پھر انتشار ضیاء کے باب میں بیان کرینگے

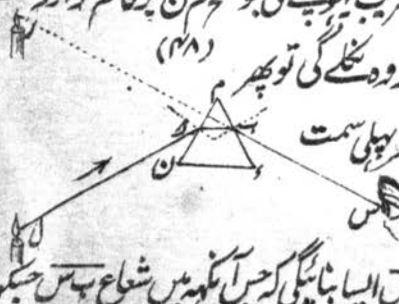


(۴۷)

(۵۹) شعاعوں کی راہ منشور (پرزم) میں۔

منشور میں روشنی کی ایک شعاع کی راہ مرتسم کرنے میں ہم کو یہ فرض کر لینے دو کہ وہ ایک سطح مستوی سے جو اُسکے کناروں پر عمود ہے تراشا گیا ہے۔ اس تراش کو تراش اعظم کہتے ہیں شکل ۹ میں فرض کرو کہ یہ تراش م ن و ہے۔ اب اگر اس تراش پر ہم ایک شعاع کی راہ ل ر خیال کریں جو منشور سے ر پر ملتی ہے تو یہ شعاع اس عمود کے قریب پہونچیگی جو سطح م ن پر قائم ہوا اور سمت ر ب میں جائیگی۔ اور پھر جب منشور میں گذر کر وہ نکلے گی تو پھر اس عمود سے جو م و پر قائم ہو خمیدہ ہوکر پھر پہلی سمت میں جھکیگی کیونکہ وہ ایسی وسیط میں گذر ریگی جو کاسر کم ہے۔ پس وہ ایک شکستہ خط ل ر ب س ایسا بنائیگی کہ جب آنکھ میں شعاع ب س جسکو شعاع خارج کہتے ہیں داخل ہوتی ہے وہ شے کو سمت س ب ر میں دیکھے گی یعنے نقطہ م کی طرف اٹھا ہوا جسکو ہم یوں بیان کر سکتے ہیں کہ جس چیز کو ہم منشور میں دیکھتے ہیں وہ چوٹی کی طرف منحرف ہوکر

(۴۸)



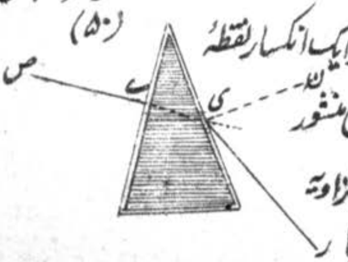
دکھائی دیتا ہی یعنی اس کنارہ کی طرف جو ان رخوں کو جدا کرتا ہے جنمیں شعاع داخل اور خارج ہوتی
ہے۔ اس مظہر کا ثبوت بہت آسانی سے یوں ہوسکتا ہی کہ منشور میں کسی چیز کا مشاہدہ اسطرح کریں
جیساکہ شکل ۴۹ سے ظاہر ہوتا ہی یہ صورت جب پیدا ہوگی کہ منشور کی چوٹی اوپر کی طرف اٹھی ہو اور
اگر چوٹی نیچے کی طرف ہوگی تو چیز کی شبیہ نیچے کی طرف ہوگی اور منشور شاقولی ہوگا تو شبیہ اپنی جگہ
سے سرک کر ناظر کی داہنی یا بائیں طرف جسطرف چوٹی ہوگی چلی جاوے گی۔ یہی خاصیت منشوروں کی
ہے کہ اسمیں روشنی کا انحراف دو دفعہ ایک ہی جہت میں ہوتا ہے وہ



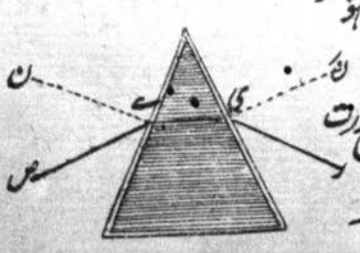
(۴۹)

بنا ان سب باتوں کی ہے جو عدسیات کے
باب میں لکھے جاتے ہیں
(۶۰) یہ اصول بھی
یاد رکھو کہ جب منشور
میں ایک شعاع گذرتی
ہے جسکا انکسار نما اس
وسیط کے انکسار نما سے
زیادہ ہوتا ہے جسمیں منشور رکھا ہوا ہو تو شعاع کی خمیدگی منشور کے موٹے حصہ کی طرف ہوتی ہے

(۵۰)



شکل ۵۰ میں اگر شعاع اتصال منشور کے رخ ب ی پر عمود ہو تو ایک انکسار نقطۂ
اخراج پر سمت ی ر میں ہوگا جو قاعدہ کی طرف یعنی منشور
کے موٹے حصہ کی طرف ہی۔ اسی طرح اگر مثلث منفرج الزاویہ
ہوگا تو ایک انحراف تو منشور کے پتلے حصہ کی طرف ہوگا



مگر دوسری انحراف موٹے حصہ کی طرف ہوگا اور یہ زاویہ
انحراف بڑا پہلے زاویہ انحراف سے ہوگا اسلئے اس صورت
میں بھی انحراف منشور کے موٹے حصہ کی طرف ہوگا۔

اگر شعاع اتصال شکل ۵۰ کے دوسرے حصہ میں اسطرح واقع ہو کہ قاعدہ کے متوازی شعاع انعکاس ے ی ہو تو شعاع خارج ی آر ایسی ہوگی کہ زاویہ ر ی ن = زاویہ ص ی ن اس حالت میں شعاع اتصال کا انحراف اپنی اصلی راہ سے حتی الامکان کم از کم ہوگا +

عدسیات (لنز)

(۶۱) عدسیات (لنز) کی مختلف اقسام -

علم مناظر میں عدسیہ (لنز) ان شیشوں کے گروہ کا نام ہے جنکو دو کروی سطوح نے یا ایک کروی اور دوسری سطح مستوی نے محدود کیا ہو (عدس عربی زبان میں مسور کو کہتے ہیں اور عدسیہ اس شیشہ کو کہتے ہیں جو مسور کی شکل کا ہو لیس عربی علم مناظر کے عدسیہ کا ترجمہ انگریزی میں لنز ہوا ہی جسکے لفظی معنی مسور کے ہیں) حقیقت میں ایسے شیشہ کا صحیح نام عدسیہ ہے جو دونو طرف سے محدب ہو جیساکہ شکل ۵۱ میں وہ بنا ہوا ہی وہی مسور کی شکل کے مشابہ ہی مگر اسکا اطلاق اور قسم کے شیشوں پر بھی اس سبب سے ہوتا ہے کہ اُسکا اثر روشنی پر ایسا ہی ہوتا ہی جیساکہ حقیقی عدسیہ میں ہوتا ہی علم مناظر میں وہ حصہ کسی شی کا عدسیہ (لنز) کہلاتا ہی

(۵۱)



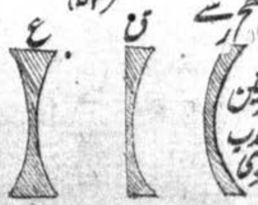
جو سطوح منحنی سے گھرا ہوا ہو اگر سطوح کروی ہوں تو عدسیہ کو عدسیہ کروی کہتے ہیں - اب وہ دو قسم کے بنائے جاتے ہیں ایک وہ جنمیں سیسہ نہیں ہوتا - ان کو کروں گلاس کہتے ہیں دوسرے وہ جنمیں سیسہ ہوتا ہی وہ فلنٹ گلاس کہلاتے ہیں -

کروی سطحیں خواہ آپسمیں ملیں یا سطوح مستوی سے ملیں وہ چھہ قسم کے عدسیات (لنز) پیدا کرتے ہیں جنکی تماشیں اشکال ۵۲ و ۵۳ میں بنی ہوئی ہیں انمیں چار دو کروی سطحوں سے اور دو ایک کروی سطح و دوسرے مستوی سطح سے بنے ہیں - م کو محدب الطرفین کہتے ہیں - ن کو مستوی محدب

(۵۲)



(۵۳)

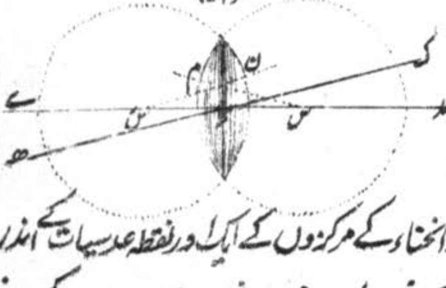


ا کو انضمامی مجوف محدب ۔ ع کو مجوف الطرفین ۔ ق کو مستوی مجوف اور ر کو منفرج مجوف محدب
کہتے ہیں ۔ عدسیہ ر اور ق کو ہلالی عدسیہ بھی کہتے ہیں کیونکہ وہ ہلال کے مشابہ ہوتے ہیں۔
اول تین نمبر جو اپنے مرکز پر بہ نسبت سروں کے زیادہ دبیز ہیں انضمامی عدسیات اس سبب سے کہلاتے ہیں
کہ وہ شعاعوں کا انضمام کرتے ہیں باقی تین کو جو اپنے مرکز پر بہ نسبت سروں کے دبیز کم ہیں انفراجی
عدسیات کہتے ہیں کیونکہ وہ شعاعوں کا انفراج کرتے ہیں اول گروہ میں عدسیہ محدب الطرفین
م کی اور دوسرے گروہ میں مجوف الطرفین ع کے بیان کرنے کی ضرورت ہے اسلئے کہ باقی
عدسیات کے خواص باعتبار اصول کے انہیں کے مشابہ ہیں +

(۶۲) محور اعظم ۔ مرکز منظری ۔ محور ثانیہ ۔

پہلے اس سے کہ ہم محدب الطرفین عدسیات کے خواص کا بیان لکھیں مرروں کی حدود کے مشابہ چند حدود
لکھتے ہیں محدب الطرفین عدسیہ کی شکل ۵۴ میں جو ہم نے دکھائی ہے اس سے معلوم ہوتا ہے
کہ وہ دو متقاطع کروں کا ایک حصہ مشترک ہوتا ہے پس جب سمجھ جاؤ تو ان کروں کے مرکزوں

(۵۴)



س اور س میں سے ہر ایک کو
عدسیہ کے انحناء کا مرکز کہتے ہیں ۔ اور خط
ے لد کو جو ان مرکزوں میں گذرتا ہے
محور اعظم یا اولی کہتے ہیں علاوہ ان دو انحناء کے مرکزوں کے ایک اور نقطہ عدسیات کے اندر
ہوتا ہے جسکو مرکز منظر کہتے ہیں یہ نام ایک نقطہ ر کا ہے جو محور اعظم پر واقع ہے اور عدسیہ کے دونو
رخوں سے برابر فاصلہ رکھتا ہے ۔ وہ مرکز اس حالت میں ہوتا ہے کہ دونو رخوں کا انحناء یکساں ہو اور
ہمیشہ ہوتا ہے ۔ یہ امر علم ہندسہ سے ثابت ہو سکتا ہے کہ جو شعاع مرکز منظری میں عدسیہ کے اندر گذریگی
وہ خارج ہو کر خمیدہ نہیں ہوگی وہ اس گذرنے میں اپنے تئیں بالکل متماثل اس شعاع کا بناتی ہے جو
دو متوازی رخوں کے وسیط میں گذرتی ہے دفعہ ہ اور جو روشن شعاعیں اس نقطہ پر نہیں گذرتیں
وہ دو دفعہ خمیدہ ایک ہی سمت میں اس طرح ہوتی ہیں جیسے کہ منشوروں میں وہ ہوتی تھیں

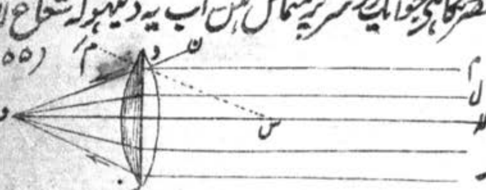
خط مستقیم ک ھ جو مرکز منظری میں گذرتا ہی اور انحنا کے مرکزوں میں نہیں گذرتا محور ثانیہ کہلاتا ہے۔ محور اعظم یا اولی ہمیشہ ایک ہی ہوتا ہی مگر محور ثانیہ بے شمار ہو سکتے ہیں ہم آگے بیان کرینگے کہ

محور اعظم و محور ثانیہ کی کیفیت جو مجوف و محدب وں میں شبیہ بنانے میں تھی وہی کیفیت محدب و مجوف عدسیات کے اندر ہی۔ ہم نے منحنی مرروں میں فرض کرلیا تھا کہ سطح منحنی بے شمار سطوح مستوی سے بنی ہی وہی فرض کی کیفیت عدسیہ میں روشن شعاع کے گذرنے میں ہے کہ ان عدسیات کے سطوح کو یہ فرض کرتے ہیں کہ وہ بیشمار سطوح مستوی سے منبتی ہیں اور یہی سطوح انکی عناصر یعنی اجزائے مقوم کہلاتی ہیں اور کسی نقطہ پر خط عمودی یا عماد وہ خط ہوتا ہی جو متناظر عنصر کی سطح مستوی پر عمود ہو مثلاً نقطہ م پر خط مستقیم م س جو نقطہ م اور مرکز انحنا میں ملایا جاوے اور اسی طرح نقطہ ن پر س ن عمود ہیں ان مقدمات کے مرتب ہونے سے عدسیات کے خواص آسانی منشور سے استنباط ہو سکتے ہیں

(۶۳) محدب الطرفین عدسیات میں شعاعوں کی راہ ۔ فوکس

عدسیہ میں جو روشن شعاعیں گذرتی ہیں کیا متوازی ہونگیں یا منفرج ہونگی - اب ہم اول شکل ۵۵ کی صورت پر متوجہ ہوتے ہیں اور یہ مانتے ہیں کہ محور اعظم کے متوازی شعاعیں جو پڑتی ہیں شکل ۵۵ میں بنی ہوئی ہیں - اب اس فرض پر استدلال کرتے ہیں کہ عدسیہ کی سطح منحنی ایک مجمع چھوٹی مستوی پہلوؤں کا یا عنصر کا ہی جو ایکدوسرے پر متمائل ہیں اب یہ دیکھو کہ شعاع لا جو محور

(۵۵)



اعظم پر منطبق ہے وہ دخل و خروج کے پہلوؤں پر عمود ہے اسلئے وہ سیدھی خط پر چلتی ہے حقیقت میں وہ ایسی وسیط میں چلتی ہے جسکے رخ متوازی ہیں دوسری شعاع ل جو محور اعظم سے تھوڑی یا بہت دور ہے یہ صورت نہیں رکھتی اسلئے کہ یہاں جو شعاع کے دخل و خروج کے ہیں وہ ایکدوسرے پر مثل منشور کے متمائل ہیں شعاع دو دفعہ ایک سمت میں خمیدہ ہوتی ہی اور محور اعظم کو نقطہ ف پر کاٹتی ہی اور اسی طرح اور شعاع م خمیدہ ہو کر گو وہ محور اعظم سے زیادہ فاصلہ پر ہی مگر اسکو ف پر قطع کرتی ہے - یہ بات اس امر واقعی سے

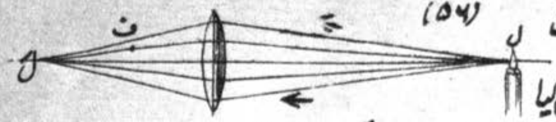
گرد و متقابل پہلو دخل و خرج شعاع کے نقطۂ ایک دوسرے سے جتنے زیادہ مائل ہونگے اتنے ہی وہ زیادہ عدسیہ کے کنارہ کے نزدیک ہونگے اور شعاع کو زیادہ خمیدہ کرینگے محور کے متوازی تمام شعاعیں عدسیہ میں گذرنے کے بعد ایک ہی طریقہ پر چلتی ہیں ۔ اور اس سے یہ سمجھ میں آتا ہے کہ ایک متوازی پنسل کی تحویل کس طرح پنسل انضمامی میں ہوتی ہے محور کے متوازی شعاعیں جس نقطہ پر منطبق ہوتی ہیں اسی فوکس اعظم کہتے ہیں جیسا کہ منحنی مرروں کی صورتوں میں کہتے تھے اسکو ہم حرف ق سے تعبیر کرتے ہیں جس سمت میں روشنی عدسیہ پر پڑتی ہے اسکے موافق فوکس عدسیہ کی ہر جانب میں ہو سکتا ہے عدسیہ محدب الطرفین کا فوکس اتنا ہی کم فاصلہ پر ہوگا جتنا اسکے رخوں کا انحناء زیادہ ہوگا یہ اس مادہ پر بھی موقوف ہے جس سے عدسیہ بنایا گیا ہی جتنا انکسار نما زیادہ ہوگا اتنا ہی فوکس قریب ہوگا مثلاً پانی کا عدسیہ ہو تو پانی کا انکسار نما ۱٫۳۳ ہی اسکا فوکس بعید بہ نسبت شیشہ کے عدسیے فوکس کے ہوگا جسکا انکسار نما ۱٫۵ ہی الماس اور لعل کے جو عدسے ہونگے انکا فوکس بہ نسبت شیشہ کے اور بھی زیادہ قریب ہوگا۔ فوکس کا مقام ایک متعین جگہ ہوتا ہی اور اسکے دریافت کرنے کے لیے کچھ زیادہ جھگڑا کرنا نہیں پڑتا ایک عدسیہ لو اور اسپر متوازی شعاعیں مثلاً آفتاب کی شعاعوں کی پنسل پڑنے دو اور اور عدسیہ کے پیچھے سفید کاغذ کا ایک ٹکڑا جو محور اعظم عدسیہ پر عمود ہو رکھو تو عدسیہ سے شعاعیں منکسر ہوکر کاغذ پر ایک گول روشن تھگلی بنائیگی اب کاغذ کو عدسیہ کے پاس یا دور اتنا لے جاؤ کہ وہ روشن تھگلی اتنی چھوٹی ہو جائے کہ ایک نقطہ روشن معلوم ہو یہی منکسر شعاعوں کا فوکس ہوگا۔ اور اسکا فاصلہ عدسیہ سے فاصلہ فوکسی ہوگا عملاً بہتر ہوگا کہ آفتاب کو مخزن ضیاء بنائیں تو اس حالت میں عدسیہ ایک آتشی شیشہ ہو جائیگا اور اسکا فوکس اعظم نقطہ آتشی ہوگا جسپر آفتاب کی ساری شعاعیں جمع ہونگی آتشی شیشہ کی ایک قسم وہ کرہ بھی ہو سکتا ہی جسمیں پانی بھرا ہو۔ بعض دفعہ ایسے ظرف جو مچھلیوں کے پالنے کے لیے بنائے گئے تھے اور وہ پردوں کے قریب رکھے گئے جب انپر دھوپ پڑی تو پردوں میں آگ لگ گئی

(٦٤) فوکس مزدوج ۔

اب ہم یہ صورت بیان کرتے ہیں کہ جسمیں مخزن ضیاء تھوڑے فاصلہ پر ہے مگر پھر بھی فوکس اعظم سے دور ہے

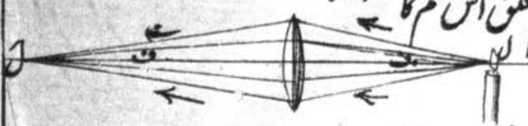
جیسا کہ شکل ۵۶ میں پنسل روشنی کی جو عدسیہ پر پڑتی ہے تو وہ منفرج ہوگی پس اس سے یہ بات پیدا ہوگی کہ عدسیہ میں گذرنے کے بعد شعاعیں بہ نسبت شکل ۵۵ کے بہت کم جلدی سے انضمام پائینگے اسلئے وہ نقطہ ف پر منطبق نہیں ہونگی بلکہ اُسے پرے نقطہ لَ پر اِس نقطہ کو فوکس مزدوج آح کا کہتے ہیں

(۵۶)



جیسا کہ ہم نے مجوف مرروں میں بیان کیا

(۵۷)

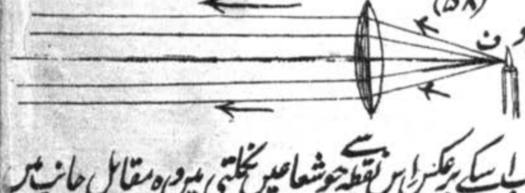


ہے - اِن دو نقطوں میں باہم تعلق اس قسم کا ہے کہ اگر مخزن ضیاء کو ل سے اُٹھا کر لَ پر رکھہ دیں تو فوکس مزدوج لَ سے ل پر منتقل ہو جاتا ہے +

فوکس مزدوج کا کوئی مقام مقرر نہیں ہوتا وہ مخزن ضیاء کے مقام کے ساتھ بدلتا ہے یہ جتنا عدسیہ کے قریب ہوگا اُتنا ہی زیادہ فوکس مزدوج بعید ہوگا ۵۷ و ۵۶ شکلوں کو آپسمیں مقابلہ کرکے دیکھو حقیقت میں شعاعیں متصل جتنی زیادہ منفرج ہونگی اتنی زیادہ شعاعیں منفصل منفرج ہونگی -

اب ہم یہ صورت بیان کرتے ہیں جسمیں عدسیہ کے قریب مخزن ضیاء ایسا آتا ہے کہ وہ آخر کو فوکس اعظم

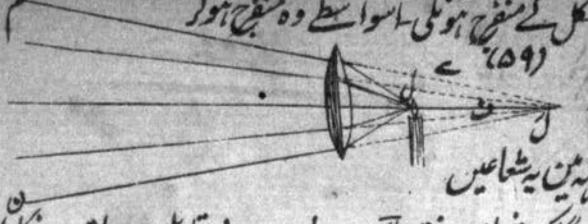
(۵۸)



پر منطبق ہو جاتا ہے ۵۸ شکل کو دیکھو ف یہ وہ نقطہ ہے جسپر محور کی متوازی شعاعیں آنکر منطبق ہوتی ہیں اب اسکے برعکس اس نقطہ سے جو شعاعیں نکلتی ہیں وہ مقابل جانب میں اس راہ میں چلتی ہیں جس راہ میں آئی تھیں یعنی وہ ایک پنسل بناتی ہیں جنکی شعاعیں عدسیہ سے نکلکر متوازی محور کے ہوتی ہیں اور اِس صورت میں فوکس کسی فاصلہ پر نہیں ہوگا

(۶۴) فوکس بالاثر نہ بالاصل -

اب ہم ایک اور فوکس کا ذکر کرتے ہیں جسکو فوکس بالاثر یا بالنقل یا خیالی کہتے ہیں فرض کرو کہ عدسیہ کے قریب ایک جسم منور آتا جاتا ہے یہانتک کہ وہ فوکس اعظم سے بھی زیادہ قریب آگیا شکل ۵۹ میں معلوم ہوتا ہے کہ اسمیں پنسل اتصال کا انفراج بہ نسبت شکل ۵۸ کے زیادہ ہوگا اور شعاعیں نکلنے کے بعد



(۵۹)

زیادہ تر بہ نسبت اِس شکل کے منفرج ہونگی۔ اسواسطے وہ منفرج ہوکر ایسی ہوجائینگی جیسے کہ پنسل م ن ہے۔ تو جس آنکھہ میں یہ شعاعیں داخل ہونگی اسکو یہ معلوم ہوگا کہ یہ شعاعیں نقطہ ل سے جہاں وہ اپنی تطویل سے ملتی ہیں نکلی ہیں اور اس نقطہ پر وہ نقطہ منور دکھائی دیگا۔ پس یہ نقطہ بھی ایسا ہی فوکس بالاثر ہے جیسا کہ مجوف مرر کی اِس حالت میں تھا کہ مراد فوکس اعظم کے درمیان جسم منور رکھا گیا تھا +

(۶۵) عدسیہ محدب الطرفین کے خواص کا خلاصہ +

جو کچھہ اوپر بیان ہوا اُس سے محدب الطرفین عدسیہ کے خواص کے یہ تین اصول استنباط کرتے ہیں +

اول۔ عدسیہ محدب الطرفین میں جو اُسکے محور کے متوازی شعاعیں گذرتی ہیں وہ ایک نقطہ پر منطبق ہوتی جو فوکس اعظم ہوتا ہے (شکل ۵۵) اور اسکے بالعکس اِس فوکس سے شعاعیں جو عدسیہ میں گذر کر نکلتی ہیں وہ شعاعوں کی پنسل محور کے متوازی ہوتی ہے (شکل ۵۸)

دوم۔ روشن شعاعیں کسی نقطہ سے جو فوکس اعظم سے باہر ہوں تو نکل کر عدسیہ محدب الطرفین میں گذرتی ہوئی وہ خارج ہونے کے بعد انضمامی ہونگی اور ایک نقطہ پر ملجائینگی جسکو فوکس مزدوج کہتے ہیں (شکل ۵۷) یہ فوکس عدسیہ سے پیچھے اتنے ہی زیادہ فاصلہ پر ہوگا جتنا کہ جسم منور فوکس اعظم کے قریب ہوگا (شکل ۵۶)

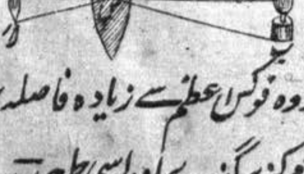
سوم جب ایک نقطہ سے جو عدسیہ اور فوکس اعظم کے درمیان ہو شعاعیں نکلیں تو وہ عدسیہ میں گذر کر منفرج ہونگی اور ایک فوکس بالاثر پیدا کرینگے جو اسی جانب میں ہوگا جس جانب میں کہ جسم ہے (شکل ۵۹) فوکسوں کے اُن خواص سے واقف ہونا ضرور ہے کہ جن سے عدسیا میں شبیہ ہونگا بنا سمجھہ میں آئے۔ ہم ان ہم اصولوں کو اس صورت جبریہ $\frac{۱}{عو} + \frac{۱}{عور} = \frac{۱}{فو}$ سے بھی بیان کرتے ہیں جو دفعہ ۴۳ میں مجوف مرروں کے باب میں ہم نے بیان کی۔ اِس میں عدسیہ اور اسکے فوکس اعظم کے درمیان فاصلہ فو ہے اور نقطہ جس سے روشنی نکل کر عدسیہ پر پڑتی ہے اُسکا فاصلہ محدب الطرفین عدسیہ سے عو ہے اور جس فوکس پر یہ روشنی نکل کر دوسری طرف عدسیہ سے ملتی ہے

اوسکا فاصلہ عدسیہ سے عوَ ہی - پس ان دو فاصلوں کا تعلق اس صورت جبریہ $\frac{1}{عو} + \frac{1}{عوَ} = \frac{1}{فو}$ سے
حاصل ہوتا ہی - اس صورت جبریہ میں اگر عو = لاانتہا یعنی اگر عدسیہ سے مخزن ضیا بے انتہا فاصلہ پر ہو
$\frac{1}{عوَ} = \frac{1}{فو}$ اسے معلوم ہوا کہ عوَ = فو یعنے فوکس - فوکس اعظم ہوجاتا ہی شکل ۵۵ - اور جب مخزن
ضیاء کا فاصلہ عدسیہ سے جو عوَ سے تعبیر ہوا ہی کم ہوتا ہی تو دوسری طرف فوکس کا فاصلہ زیادہ
یہانتک ہوتا ہی کہ مخزن ضیا کا فاصلہ برابر فوکس اعظم کے فاصلہ کے ہوجاتا ہی یعنے عو = فو
جسکے سبب سے $\frac{1}{عوَ} =$. جسکے معنی یہ ہیں - عوَ بے انتہا ہی یعنی عدسیہ سے جو شعاعیں نکلتی ہیں وہ
فوکس پر جمع نہیں ہوتیں اگر اور بھی مخزن ضیاء کا فاصلہ کم کریں اور عو کمتر فو سے ہوجائے تو
$\frac{1}{عوَ}$ منفی ہوگا - اسے معلوم ہوتا ہی کہ عدسیہ میں مجموعہ اشعہ گذرنے کے بعد نہ انضمامی ہی نہ متوازی
ہے بلکہ منفرج ہی گویا کہ وہ فوکس بالاثر سے اسی طرف عدسیہ کے نکلا ہی جسطرف مخزن ضیاء ہے شکل ۵۹
اس صورت میں فی الحقیقت مخزن ضیا ایسا عدسیہ کے نزدیک ہی اور جسکے سبب سے پنسل ایسی منفرج ہے
کہ عدسیہ کی قدرت سے باہر ہے کہ وہ متوازی مجموعہ اشعہ میں اسکو خمیدہ کردے - پس وہ اتنا
کرسکتا ہے کہ انکے انفراج کو گھٹا دے +

عدسیات میں شبیہوں کا بننا

(٦٦) عدسیات محدب الطرفین میں بالاصل شبیہوں کا بننا +

عدسیات میں روشنی کے انکسار سے شبیہیں بنتی ہیں انکا حال ایسا ہی جیسے کہ مجوف مرایا میں روشنی
کے انعکاس سے شبیہوں کے بننے کا حال تھا - انھیں کی طرح وہ دو قسم کی بالاصل اور بالاثر (بالنقل)
ہوتی ہیں - اول ہم بالاصل شبیہہ سے بحث کرینگے یہ شبیہ اسطرح بنتی ہی کہ کسی عدسیہ کے سامنے اسکے
فوکس اعظم سے باہر کی طرف کسی چیز کو رکھیں تو عدسیہ اپنی
دوسری طرف اس چیز کی معکوس شبیہہ پیدا کریگا جسکو ہم



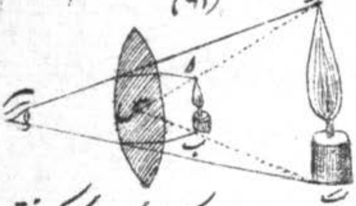
اوٹ پر بنا سکتے ہیں مثلاً ا ب کوئی شعلہ روشن ہو اور وہ فوکس اعظم سے زیادہ فاصلہ پر
عدسیہ سے رکھا ہو اب آ سے خط ا س اکھیچو جو عدسیہ کے مرکز پر گذرے اور اسی طرح ب سے

ب س ب َ ہیچو جو بَس پر گذرے - اور فرض کرو کہ نقطہ منور آ کا فوکس آَ ہی اور ب کا فوکس بَ ہی تو اس سے معلوم ہوگا کہ شعلہ روشن آ ب کی شبیہ آَ بَ ہی - اب یہ شکل سے ظاہر ہے کہ یہ شبیہ بالاصل اور معکوس ہی اور اُسکا قامت یوں دریافت ہو سکتا ہی شبیہ کے قامت کو چیز کی قامت سے وہ نسبت ہی جو آَ س کو نسبت ہے آ س سے - غرض اس شبیہ کو مزدوج فوکسوں کے بیان سے جو دفعہ ٦٣ میں ہوا بخوبی سمجھہ سکتے ہو +

(٦٧) عدسیہ محدب الطرفین سے شبیہ بالاثر +

ہم نے بالاصل شبیہ کا بیان لکھا کہ عدسیہ محدب الطرفین میں شبیہ بالاثر بھی بنتی ہیں اور اُسکے واسطے وہی شرائط ہیں جو بالاثر فوکسوں کے واسطے ہیں یعنی عدسیہ اور فوکس اعظم کے درمیان

(٦١)



چیز رکھی جاوے تو شکل (٦١ میں) شبیہ بالاثر اور کلاں اور سیدھی بنے گی مثلاً عدسیہ اور فوکس اعظم کے درمیان چیز آ ب رکھی جاوے - اب یہاں سب وہی سب باتیں کام میں لاؤ جو ہم نے پہلے بالاثر فوکسوں کے باب میں بیان کی ہیں کہ چیز کے کسی نقطہ آ سے جتنی شعاعیں نکلتی ہیں وہ عدسیہ میں گذر کر منفرج ہوتی ہوئی آنکھہ میں اسطرح داخل ہوتی ہیں کہ یہ معلوم ہوتا ہی وہ آَ سے نکلی ہیں جنپر یہ شعاعیں دراز کرنے سے منطبق ہوتی ہیں اور یہلی آنکھہ کے لئے نقطہ آ کی شبیہ بالاثر بن جاتی ہے اور یہی استدلال ب کے لئے ہے کہ اُسکی شبیہ بالاثر بَ پر بنتی ہی حقیقت میں اس شبیہ کا وجود نہیں ہے وہ کسی اوٹ پر نہیں بن سکتی وہ فقط ایک نظر کا دہوکہ ہی - یہ بھی جان لو کہ بالاصل شبیہ کے برعکس بالاثر شبیہ سیدہی اور چیز سے بڑی بنتی ہی - لنز کلاں نما شیشوں کو بھی کہتے ہیں جنکو ہم اکثر کام میں لاتے ہیں تو ہم اُنکو آنکھہ پر لگا کر حرفوں کو جو باریک ہوتے ہیں دیکھا کرتے ہیں اور اُن کی سبب سے بڑے دکھائی دینے لگتے ہیں اگر اس عدسیہ کو آنکھہ سے پرے ہٹائیں تو اسکا ایسا ایک مقام آجائیگا کہ یہ معلوم ہوگا کہ حروف غائب ہوگئے - یہ صورت جب ہوگی کہ حروف فوکس اعظم پر

ہونگے اور پھر جب اُسکو اور پرے ہٹائینگے تو حروف پھر نظر آنے لگینگے مگر معکوس اسلئے کہ اب وہ
فوکس اعظم سے پرے ہو گئے +

(٦٧) عدسیات مجوف الطرفین سے فوکس اور شبیہیں +

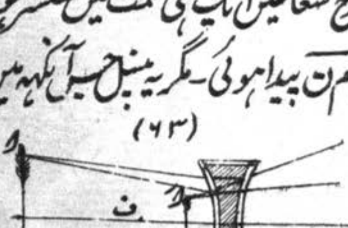
ہم نے عدسیات محدب الطرفین کے باب میں بیان کیا ہی کہ انکا دل مرکز سے کناروں کی طرف کم ہوتا جاتا ہی تو چھوٹی چھوٹی سطوح مستویہ پہلوؤں کی تتناظر ایک ہی شعاع اتصال و انضمام کے لئے زیادہ مائل مرکز سے محیط کی طرف ہوتی جاتی ہیں مگر اسکے برعکس عدسیات مجوف الطرفین میں مرکز سے کناروں کی طرف دل زیادہ ہوتا جاتا ہی تو چھوٹی چھوٹی سطوح مستویہ پہلوؤں کی زیادہ جدا ہوتی جاتی ہیں اسلئے عدسیات مجوف الطرفین

(٦٢)



اپنا مظہر عدسیات محدب الطرفین سے بالعکس دکھاتے ہیں۔ وجہ اسکی یہ ہے کہ عدسیات محدب الطرفین شعاعوں کو جو انمیں گذرتی تھیں اُنکو ایک سمت میں دو دفعہ منکسر منطبق کرنے کے لئے کرتے تھے جس سے وہ محور اعظم کے متصل آجاتی تھیں مگر عدسیات مجوف الطرفین اسکے برعکس نتیجہ پیدا کرتے ہیں کہ وہ شعاعوں کو منفرج کرتے ہیں اِس مظہر کو شکل ٦٢ سے خوب سمجھہ سکتے ہو کہ کس طرح شعاعیں ایک ہی سمت میں منکسر ہوئیں اور محور سے منفرج ہوئیں پھر اسنے پنسل منفرج م ن پیدا ہوئی۔ مگر یہ پنسل جب آنکھہ میں

(٦٣)



داخل ہوگی اُسکو یہ نظر آئیگا کہ چیز جسکی شبیہ میں دیکھتا ہوں ا ب پر رکھی ہوئی ہے پس اسے ایک بالاثر فوکس پیدا ہوا اور ایسی ہی ایک فوکس کا پیدا ہونا ان عدسیات میں ممکن ہی۔ چونکہ اس قسم کے عدسیات میں صرف بالاثر فوکس ہوتا ہی تو وہ بالاثر ہی شبیہیں پیدا ہوتی ہیں جو بعینہٖ اور چھوٹی شبیہیں اصل چیز کی ہوتی ہیں فرض کرو ا ب کوئی چیز ہے (شکل ٦٣) ف س محور اعظم۔ ف فوکس اعظم۔ لنز ہیں

شعاعیں اُس ب گذر کر منفرج ہونگی اور آنکھہ کی سطح داخل ہونگی کہ یہ معلوم ہوگا کہ وہ اصل چیز سے جو اُس ب پر رکھے ہوئے ہیں آئیں ہیں یعنی اُس ب کی شبیہہ جو اُس ب پر دکھائی دیگی وہ عدسیہ اور فوکس کے درمیان دکھائی دیگی - یہ شبیہہ بنسبت اصل چیز کے چھوٹی ہوگی اور سیدھی ہوگی - عدسیات مجوف الطرفین میں شبیہہ ہمیشہ بالاثر مبنی ہے +

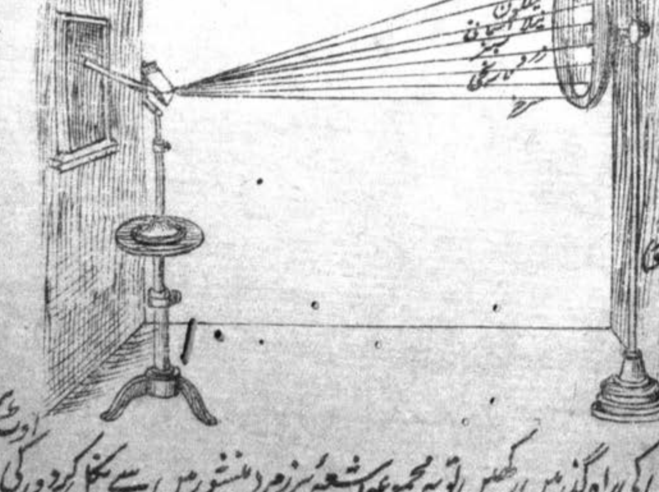
باب پنجم

تلوین ضیا منشوروں (پرزم) سے

(۶۸) ابتک ہم نے پرزموں (منشوروں) اور لنزوں (عدسیات) کا ذکر فقط یہ کیا ہے کہ شفاف وسائط میں منور شعاعیں گذر کر کیونکر اپنی سمتیں بدلتی ہیں اور شبیہیں بناتی ہیں مگر انکسار ضیاء کا مسئلہ ایسا سیدھا سادہ نہیں ہے جیسا کہ ابتک ہم نے بیان کیا ہے - بلکہ سفید روشنی یا وہ روشنی جو آفتاب سے نکل کر ہم تک پہنچی ایک وسیط سے دوسرے وسیط میں گذرتی ہے تو وہ مختلف قسم کی روشنیوں میں تحلیل ہو جاتی ہے اسکا نام تلوین ضیا رکھتے ہیں -

اب اس امر کے دکھانے کے لیے کہ انکسار ضیاء سے تلوین ضیاء ہوتی ہے شکل ۶۴ میں ایک تاریک کمرہ کے کواڑ کے روزن خرد سے آفتاب کی روشنی کی ہنبل گذرتی ہے تو یہ ہنبل اوٹ پر آفتاب کی گول اور سفید شبیہہ بنادیگی لیکن اگر ہم فلنٹ گلاس کا پرزم (شیشہ کا منشور) لیکر اس طرح سے کہ اسکا کنارہ افقی ہو اس ہنبل کی راہ گذر میں رکھیں تو یہ مجموعہ اشعہ پرزم (منشور) میں سے نکل کر دور اوٹ کی

(۶۴)



ایک شیشا قولی قطعہ جسکے سرے گول ہونگے بنائینگی جسمیں سارے رنگ وہ ہونگے جو قوس قزح میں ہوتے ہیں اسکو طیف شمسی کہتے ہیں (سولار سپیکٹرم) طیف شمسی علم مناظر کے تجربات عظیم سے ہے ایک ہی اور حقیقت میں اُسکے اندر مختلف رنگ بیشمار رہتے ہیں مگر وہ ایک دوسرے کے اندر ایسے محو ہو جاتے ہیں کہ وہ نظر کو محسوس نہیں ہوتے۔ نیوٹن صاحب نے انکی تفریق صرف سات رنگوں میں کی تھی اب یہ دستور ہو گیا ہے کہ سب انھیں کی طرح ان رنگوں کی تفریق سات میں کرتے ہیں جنکے نام یہ ہیں بنفشہ نیلگوں۔ نیلا آسمانی۔ سبز۔ زرد۔ نارنجی سرخ۔ طیف شمسی میں اُنکی ترتیب اسی طرح ہے ہر رنگ کی شعاع اپنا انکسار جدا رکھتی ہے بنفشئی شعاعوں کا انکسار سب سے بڑا ہے اور سرخ شعاعوں کا انکسار سب سے کم ہے۔ ان سب رنگوں میں بنفشہ رنگ زیادہ وسعت رکھتا ہے اور نارنجی رنگ کم وسعت رکھتا ہے پس اس طیف شمسی کے تجربے سے نیوٹن صاحب نے یہ نتیجہ نکالا کہ سفید روشنی یعنی وہ روشنی جو آفتاب سے نکلتی ہے وہ متحد الاجزا یعنی بسیط نہیں ہے بلکہ سات مختلف طرح کی روشنیوں سے مرکب ہے جنکے ملنے سے سفید رنگ پیدا ہوتا ہے + منشور میں نکل کر ان سات رنگ کے جدا ہونے کا سبب نیوٹن صاحب نے یہ بیان کیا ہے کہ ہر رنگ کی روشنی میں انکسار پزیری کی قابلیت جدا جدا ہے۔ اگر سب میں انکسار کی قابلیت ایک سی ہوتی نو روشنی جیسے کہ اتصال کے وقت سفید تھی ایسی ہی منشور سے نکلنے کے بعد سفید ہوتی +

(۶۹) طیف میں جیسے رنگ ہوتے ہیں انمیں سے ہر ایک رنگ بسیط ہوتا ہے

اگر طیف کے رنگوں میں سے کسی ایک رنگ کو مثلاً زرد کو اسطرح جدا کر لیں کہ کوئی غیر شفاف اوٹ اسمیں اور اور رنگوں کے درمیان رکھ دیں اور اُسکو ایک دوسرے منشور میں گذرنے دیں تو اسمیں انحراف ہوگا مگر اُسکا انحلال اور رنگوں میں نہیں ہوگا یعنی اسمیں سے ایک ہی رنگ کی پنسل نکلیگی طیف کی اور رنگوں میں سے ہر ایک رنگ کا مظہر یہی ہے کہ منشور سے اسمیں انحلال نہیں واقع ہوگا جسکے معنی یہ ہیں کہ طیف کے سات رنگوں میں سے ہر یک بسیط اور مبدا ہے

روشنی کے رنگ کی تشخیص فقط طول موج سے ہوتی ہے - سرخ رنگ سے بنفشئی رنگ میں ایتھر کی موجیں طول میں بتدریج گھٹتی جاتی ہیں سرخ روشنی کا طول موج تقریباً $\frac{1}{39000}$ انچ ہے اور بنفشئی روشنی کا طول موج تقریباً $\frac{1}{57500}$ انچ ہے - ان دو انتہاؤں کے درمیان طیف کے اور رنگوں کی موجیں واقع ہوتی ہیں +

روشنی کی رفتار ۱۹۲۰۰۰ میل یعنی ۱۲۱۶۵۱۲۰۰۰۰ انچ فی سکنڈ ہے - اب اگر اس عدد کو ۳۹۰۰۰ میں ضرب دیں تو ہم ۱۹۲۰۰۰ میل سرخ روشنی کی امواج کی تعداد معلوم ہو جائیگی - یہ ساری موجیں آنکھ میں ایک سکنڈ میں داخل ہونگی - اس اثنا میں ۱۲۹۹............ بنفشئی روشنی کی موجیں آنکھ میں داخل ہونگی - اتنی ساری موجیں روشنی کی آنکھ کے اندر جا کر لگتی ہیں +

روشنی کے ساتھ رنگ کا تعلق ایسا ہی ہے جیسا کہ آواز کے ساتھ زیر و بم کا - سُر کی زیر و بم صرف ہوا کی ان موجوں پر منحصر ہوتی ہے جو پردہ گوش پر ایک سکنڈ کے اندر لگتی ہیں - روشنی کا رنگ ایتھر کی موجوں پر موقوف ہے جو آنکھ کے اندر ایک سکنڈ میں لگتی ہیں - سرخ رنگ کا احساس جب ہوتا ہے کہ ایک سکنڈ میں ۵ نیل ۴۴ کھرب ۳۹ ارب ۹۶ کروڑ تحریکیں رگ چشم پر پیدا کریں اور بنفشئی رنگ کا احساس جب ہوتا ہے کہ ایک سکنڈ میں ۹ نیل ۹۰ کھرب تحریکیں رگ چشم پر پیدا ہوں

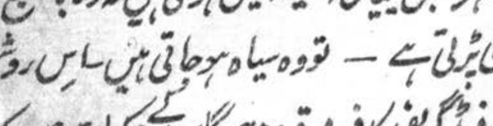
(۷۰) طیف کے اثر روشن کرنیکے گرم کرنے کی اور کیمیاوی عمل کرنیکے

اشعہ طیفی فقط رنگ ہی میں جدا جدا نہیں ہوتے بلکہ وہ روشن کرنے کی قوت - گرم کرنے کی قوت اور کیمیائی و اثر کرنے کی قوت بھی اپنے ساتھ جدا جدا رکھتے ہیں - یہ تحقیق ہوا ہے کہ زرد نیل متوسط اور سبز زیادہ روشن کرنے کی قوت رکھتے ہیں - کتاب کے حرف جیسے کہ زرد روشنی میں صاف معلوم ہونگے ایسے طرح بنفشئی روشنی میں نہیں دکھائی دینگے -

اب طیف کے گرم کرنے کی قوت کا امتحان یوں کرتے ہیں کہ اس کے مختلف حصوں پر نہایت ہی نازک تھرمومیٹر رکھ کر حرارت کے درجے دریافت کرتے ہیں تو معلوم ہوتا ہے کہ حرارت کی نہایت شدت سرخ رنگ میں اور اسکے پرے ہوتی ہے - حرارت کی غیر مرئی شعاعوں کو جو بہ نسبت

طیف کی اور تمام شعاعوں کی انکسا بذیر کم ہوتی ہیں۔ سر جان ہرشل نے تحقیق کیا تہا۔
اسلئے انکو ہرشلی شعاعیں کہتے ہیں +

اب روشنی کی حرارت کے عمل کو چھوڑ کر اسکے کیمیائی عمل بیان کرتے ہیں اسکا میلان یہ ہے کہ
وہ بہت سے نباتاتی رنگوں کو اڑا دیتی ہی جیسے کہ تم نے بہت سی رنگین چیز ولی ور دیواروں پہ
کاغذ چیاں کی رنگوں کو دیکہا ہوگا کہ منور روشنی انکو اڑا دیتی ہے یا پھیکا کر دیتی ہے
مشہور ہے کہ دہوپ میں رنگ اڑتا ہی بعض کیمیائی اشیا ایسی ہوتی ہیں کہ وہ بالطبع سفید
ہوتی ہیں مگر جب ان پر منور روشنی پڑتی ہے — تو وہ سیاہ ہو جاتی ہیں۔ اِس روشنی
کی ایسی خاصیت سیاہ کرنے پر فوٹوگرافی کا فن موقوف ہی۔ گاسوں کے مرکبات جیسے کہ
ہائیدروجن اور کلورائن کے ہیں۔ جہان ان پر آفتاب کی شعاعیں پڑیں تو وہ دہ جاتی ہیں یا کیمیائی
اثر طیف کے سب حصوں پر یکساں نمایاں نہیں ہوتے بلکہ یہ کیمیائی اثر بنفشئی رنگ کے حصہ میں
اور اس سے کچھ پرے زیادہ تر ظاہر ہوتے ہیں شکل ۶۵ میں دیکھو کہ اس طیف کی تقسیم گرم
کرنے کی منور کرنے کی۔ کیمیائی عمل میں کی گئی ہے۔ تاریک خطوط طیف کے وہ حصے
ہیں جو آنکھہ کو دکھائی نہیں دیتے۔ اور وہ تقریباً مساوی روشن حصوں کے طول میں ہیں

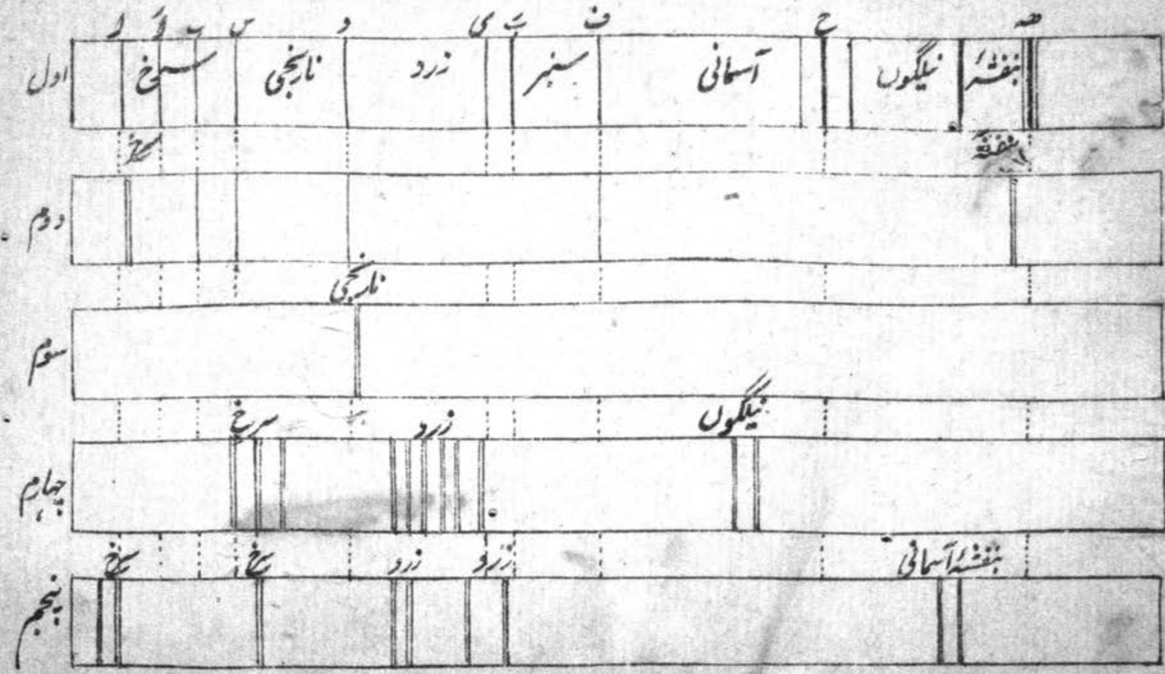


(۶۵) پہلا خط منحنی طیف کے شدت
حرارت کے حصہ کو تعبیر
کرتا ہے۔ وہ مرئی سرخ رنگ سے تھوڑے فاصلہ پر سب سے زیادہ بڑا ہوتا ہے دوسرا خط
منحنی طیف کی شدت روشنی کے حصہ کو تعبیر کرتا ہی جو زرد رنگ میں سب سے بڑا ہے تیسرا خط
منحنی کیمیائی اثر کی شدت کو تعبیر کرتا ہی تو طیف کے مرئی حصہ میں قریب نیلگوں کے زیادہ بڑا ہے

(۶۷) طیف کے خطوط سیاہ۔

طیف شمسی میں جو رنگ ہوتے ہیں وہ کامل طور پر ایک دوسرے کے پاس پاس نہیں ہوتے بلکہ
تمام طیف کی وسعت میں بہت باریک باریک تاریک خط ہوتے ہیں۔ یہ بہت اچھی طرح

(۴۴)


اول
سرخ
نارنجی
زرد
سبز
آسمانی
نیلگون
بنفشه
سرخ
بنفشه
دوم
نارنجی
سوم
سرخ
زرد
نیلگون
چهارم
سرخ
سرخ
زرد
زرد
بنفشه آسمانی
پنجم